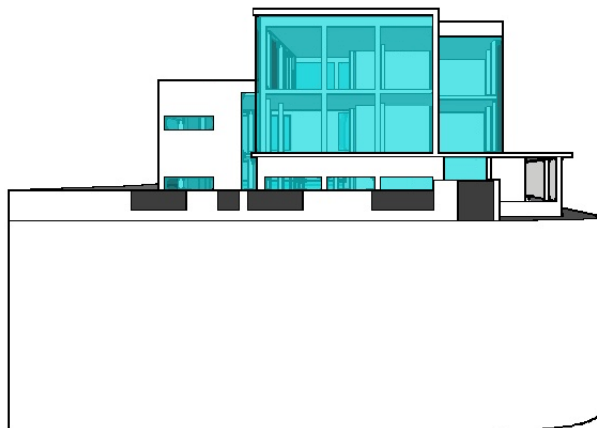




**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

**Área Departamental de Engenharia Civil**



# **Projecto de Fundações e Estrutura de um Edifício de Escritórios utilizando os Eurocódigos Estruturais**

**TOMÁS SEQUEIRA DE PAIVA REIS ARAÚJO**

(Licenciado em Engenharia Civil)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Civil na Área de Especialização de Estruturas

Orientador:

Mestre António Carlos Teles de Sousa Gorgulho

Júri:

Presidente:

Doutor Luciano Alberto do Carmo Jacinto

Vogais:

Doutora Ana Rita Faria Conceição de Sousa Gamito Reis

Mestre António Carlos Teles de Sousa Gorgulho

**Dezembro 2014**



## **Agradecimentos**

Servem os próximos parágrafos para expressar os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que me apoiaram, não só nesta etapa final, mas durante todo o meu percurso académico:

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais e irmãos pela constante preocupação e apoio incondicional ao longo de todos estes anos e sem os quais o meu percurso académico não teria sido possível;

Ao meu orientador, Professor António Gorgulho, por toda a disponibilidade, paciência e compreensão nesta fase final de curso;

À minha namorada e aos meus amigos por todos os momentos de descontração e companheirismo;

Aos meus professores, por todo o conhecimento que me transmitiram ao longo do curso.

A todos eles, o meu muito obrigado.





## **Resumo**

Este trabalho tem como objectivo a elaboração de um projecto de uma estrutura e fundações em betão armado de um edifício de escritórios, aplicando como regulamentação os Eurocódigos estruturais, nomeadamente o EC0, EC1, EC2 e EC8. Foram analisadas em particular as prescrições de resistência aos sismos do EC8, devido à sua complexidade e exigência.

Este projecto passou por várias fases, desde a concepção estrutural em função das plantas de arquitectura até ao dimensionamento e pormenorização dos vários elementos constituintes da estrutura e fundações.

São enunciados neste trabalho os critérios gerais de dimensionamento para os vários elementos estruturais, assim como as hipóteses de cálculo consideradas para a verificação dos estados limites últimos e de serviço.

Devido à elevada complexidade que os projectos de estruturas apresentam, para além dos métodos tradicionais de cálculo, foi também adoptada uma ferramenta de cálculo automático, para maior fiabilidade e rapidez de resultados. Deste modo, foi utilizado um programa tridimensional de elementos finitos para a modelação e dimensionamento deste edifício.

Pretende-se com este projecto, não só colmatar e pôr em prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de engenharia civil, como também ir de encontro a algumas adversidades que poderão ser encontradas numa futura vida profissional.

**Palavras-chave:** Projecto de Estruturas; Betão Armado; Eurocódigos; Análise Sísmica; Modelação; Dimensionamento.



## **Abstract**

This document aims at the elaboration of a project of a structure and foundations with reinforced concrete, for an office building, applying as a regulation the structural Eurocodes, in particular the EC0, EC1, EC2 and EC8. The requirements for earthquakes resistance present in the EC8, were analyzed particularly due to its design complexity.

The development of this project went through several stages, from the structural solution, according to the architectural plans, the design itself and finally the detailing of all the elements of the structure and foundations.

Enumerated in this document are the general criteria's for structural design of all the different elements, together with the calculation assumptions considered for the verification of the ultimate and service limit states.

Due to the high complexity of the structure designs, in addition to the traditional calculation methods, an automatic calculation tool was used for greater reliability and speed of results. So, for the structure modeling and design, a three-dimensional finite element program was used.

With this project it is intended, not only to put in practice the knowledge acquired during the Civil Engineering degree, but also identify and overcome real life adversities that can be met in a future employment.

**Key-words:** Structural Design; Reinforced Concrete; Eurocodes; Seismic Analysis; Modeling; Design.



# Índice

<b>Agradecimentos .....</b>	<b>I</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>III</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>V</b>
<b>Índice .....</b>	<b>VII</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>XI</b>
<b>Índice de Tabelas .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Simbologia.....</b>	<b>XVII</b>
<b>Siglas.....</b>	<b>XXIII</b>
<b>1 Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Bases Arquitectónicas .....	2
1.2 Solução Estrutural .....	3
<b>2 Materiais .....</b>	<b>5</b>
2.1 Betão.....	5
2.2 Aço .....	6
<b>3 Acções.....</b>	<b>7</b>
3.1 Acções Permanentes.....	7
3.2 Acções Variáveis.....	8
3.2.1 Acções Variáveis Directas e Indirectas .....	9
3.2.2 Acções Variáveis Dinâmicas .....	9
3.2.2.1 Acção Sísmica.....	9
3.2.2.1.1 Requisitos Fundamentais de Desempenho de uma Estrutura .....	9
3.2.2.1.2 Zoneamento e Tipos de Acções Sísmicas .....	10
3.2.2.1.3 Tipos de Terreno .....	11
3.2.2.1.4 Espectro de Resposta Elástica Horizontal.....	11
3.2.2.1.5 Espectro de Resposta Elástica Vertical.....	12
3.2.2.1.6 Classes e Coeficientes de Importância.....	13
3.3 Acções Acidentais .....	14
3.4 Combinação de Acções .....	14
<b>4 Princípios de Dimensionamento segundo o EC8.....</b>	<b>17</b>
4.1 Princípios Básicos de Concepção Estrutural .....	17
4.2 Elementos Sísmicos Primários e Secundários.....	17
4.3 Classificação dos Sistemas Estruturais .....	18
4.4 Classes de Ductilidade .....	18
4.4.1 Classe de Ductilidade DCM .....	18
4.4.1.1 Dimensionamento .....	19

4.4.1.2	Materiais .....	20
4.4.1.3	Restrições Geométricas.....	20
4.5	Critérios de Regularidade Estrutural .....	22
4.5.1	Regularidade em Planta .....	22
4.5.2	Regularidade em Altura.....	23
4.6	Coeficiente de Comportamento.....	24
<b>5</b>	<b> Pré-Dimensionamento .....</b>	<b>27</b>
5.1	Lajes e Escadas.....	27
5.2	Vigas.....	28
5.3	Pilares e Paredes Estruturais .....	28
5.4	Muros de Contenção.....	29
5.5	Fundações.....	29
<b>6</b>	<b> Modelação da Estrutura.....</b>	<b>31</b>
6.1	Pilares e Vigas.....	31
6.2	Lajes e Muros de Contenção .....	32
6.3	Núcleos de Elevador.....	32
6.4	Condições de Fundação.....	33
6.5	Acções .....	33
6.5.1	Cargas nos Pavimentos .....	33
6.5.2	Cargas Distribuídas em “faca” .....	34
6.5.3	Impulsos do Terreno .....	34
6.5.4	Acção Sísmica .....	35
6.6	Validação do Modelo .....	35
<b>7</b>	<b> Efeitos da Acção Sísmica .....</b>	<b>37</b>
7.1	Rigidez de Torção Mínima.....	37
7.2	Regularidade Estrutural.....	42
7.2.1	Regularidade em Planta .....	42
7.2.2	Regularidade em Altura.....	42
7.3	Tipo de Sistema Estrutural .....	43
7.4	Coeficiente de Comportamento.....	44
7.5	Método de Análise Estrutural.....	44
7.6	Efeitos Acidentais de Torção .....	46
7.7	Efeitos de 2ª Ordem.....	48
<b>8</b>	<b> Dimensionamento Estrutural.....</b>	<b>51</b>
8.1	Regras Gerais .....	51
8.1.1	Recobrimento de Armaduras .....	51
8.1.2	Distância Mínima entre Varões .....	52

8.1.3	Diâmetro Mínimo de Dobragem de Varões .....	53
8.1.4	Comprimento de Amarração de Referência .....	53
8.1.5	Amarração de Armaduras Transversais.....	55
8.1.6	Comprimento de Emenda de Armaduras.....	55
8.2	Estados Limites Últimos .....	56
8.2.1	Vigas.....	56
8.2.1.2	Armadura Longitudinal.....	57
8.2.1.3	Armadura Transversal.....	60
8.2.1.4	Dimensionamento .....	62
8.2.2	Pilares .....	67
8.2.2.1	Armadura Longitudinal.....	67
8.2.2.2	Armadura Transversal.....	68
8.2.2.3	Armadura de Confinamento.....	70
8.2.2.4	Dimensionamento .....	71
8.2.3	Paredes Estruturais .....	76
8.2.3.1	Armadura Vertical .....	76
8.2.3.2	Armadura Horizontal .....	78
8.2.3.3	Armadura Transversal.....	78
8.2.3.4	Armadura de Confinamento.....	78
8.2.3.5	Dimensionamento .....	80
8.2.4	Lajes e Escadas .....	88
8.2.5	Muros de Contenção .....	90
8.2.6	Fundações .....	94
8.3	Estados Limites de Serviço .....	98
8.3.1	Controlo da Fendilhação.....	98
8.3.2	Controlo das Deformações .....	99
8.3.3	Limitação de Danos Segundo o EC8.....	103
<b>9</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>105</b>
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>107</b>
	<b>Anexos .....</b>	<b>109</b>





# Índice de Figuras

Figura 1 - Distribuição das restantes cargas permanentes das paredes interiores e envidraçados nos respectivos pisos. ....	8
Figura 2 - Zoneamento Sísmico de Portugal Continental. ....	10
Figura 3 - Forma do espectro de cálculo horizontal para estruturas com $\xi=5\%$ . ....	11
Figura 4 - Mecanismo com 8 vs. mecanismo com 28 rótulas plásticas (lado direito). ....	19
Figura 5 - Elemento finito de barra (frame). ....	31
Figura 6 - Elementos de laje com os respectivos nós a azul. ....	32
Figura 7 - Núcleo de elevador(azul) com elementos shell(vermelho) e respectivo constraint(amarelo). ....	32
Figura 8 - Apoios fixos nos elementos shell do muro (esquerda) e num elemento vertical (direita). ...	33
Figura 9 - Sobrecargas do piso (roxo) e das coberturas (azul) do segundo piso. ....	33
Figura 10 - Cargas de "faca" consideradas no piso térreo. ....	34
Figura 11 - Distribuição dos impulsos do terreno no muro de contenção. ....	34
Figura 12 - Centros de massa (Azul) e de Rigidez (Vermelho) da Cobertura (esquerda), do piso 2 (centro) e do piso 1 (direita). ....	40
Figura 13 - Disposições complementares para a amarração nos nós viga-pilar. ....	60
Figura 14 - Valores de cálculo pela capacidade real dos esforços transversos nas vigas sísmicas primárias. ....	63
Figura 15 - Distribuição de tensões numa viga. ....	64
Figura 16 - Espaçamentos entre varões longitudinais adoptados para elementos verticais. ....	69
Figura 17 - Valores de cálculo pela capacidade real do esforço transversal em pilares sísmicos primários. ....	72
Figura 18 - Armadura longitudinal pilar P1. ....	74
Figura 19 - Método dos pilares fictícios. ....	77
Figura 20 - Paredes e pilares fictícios considerados na Caixa de Elevador 1. ....	80
Figura 21 - Envolvente de momentos flectores de cálculo. ....	81
Figura 22 - Envolvente de momentos (à direita) segundo a direcção x e respectivo esforço axial (à esquerda) correspondente da parede NC1. ....	82
Figura 23 - Envolvente de cálculo dos esforços transversos para paredes. ....	84
Figura 24 - Envolvente de cálculo dos esforços transversos na parede NC1 da caixa de elevador 1. ...	85
Figura 25 - Muro de contenção sem arruamento (diagrama de esforço transversal ao meio e diagrama de momentos à direita). ....	91
Figura 26 - Muro de contenção com arruamento (diagrama de esforço transversal ao meio e diagrama de momentos à direita). ....	91
Figura 27 - Esquema do método das bielas para sapatas com cargas centradas. ....	96

Figura 28 - Esquema do método das bielas para sapatas com cargas excêntricas.....	97
Figura 29 - Deslocamentos obtidos na cobertura para a combinação quase-permanente de acções. ....	99

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Coeficientes parciais relativos aos materiais para os estados limites últimos. ....	5
Tabela 2 - Principais características do betão adoptado. ....	6
Tabela 3 - Principais características do Aço A500 NR SD. ....	6
Tabela 4 - Cargas associadas às Acções Permanentes. ....	7
Tabela 5 - Características do Terreno. ....	8
Tabela 6 - Sobrecargas e respectivos coeficientes. ....	9
Tabela 7 - Classes de importância para os edifícios. ....	13
Tabela 8 - Coeficientes de importância $\gamma_I$ . ....	13
Tabela 9 - Resumo dos valores que definem o espectro de resposta horizontal. ....	14
Tabela 10 - Coeficientes parciais. ....	16
Tabela 11 - Valores básicos do coeficiente de comportamento $q_0$ . ....	24
Tabela 12 - Valores aproximados de $\alpha u/\alpha_1$ para edifícios regulares em planta. ....	25
Tabela 13 - Raio de Giração. ....	39
Tabela 14 - Centros de rigidez e de massa e respectivas excentricidades dos pisos elevados. ....	40
Tabela 15 - Deslocamentos e rotações obtidas nos vários pisos quando aplicada uma determinada força. ....	41
Tabela 16 - Valores de rigidez, raio de torção e raio de giração obtidos por piso. ....	41
Tabela 17 - Valores da excentricidade estrutural e respectivos raios de torção reduzidos a 30%. ....	42
Tabela 18 - Esforços nos elementos sísmicos primários devido aos carregamentos unitários aplicados. .....	43
Tabela 19 - Percentagens das respectivas forças absorvidas pelos elementos sísmicos primários. ....	43
Tabela 20 - Valor básico do coeficiente de comportamento ( $q_0$ ). ....	44
Tabela 21 - Coeficiente de comportamento, $q$ , a adoptar. ....	44
Tabela 22 - Verificação do número de modos de vibração. ....	45
Tabela 23 - Período de vibração do modo $k$ . ....	45
Tabela 24 - Força de corte basal. ....	47
Tabela 25 - Forças horizontais aplicadas em cada piso. ....	48
Tabela 26 - Momentos torsões acidentais em cada piso. ....	48
Tabela 27 - Diferença entre os deslocamentos médios consequentes das combinações sísmicas. ....	49
Tabela 28 - Deslocamentos relativos entre pisos. ....	50
Tabela 29 - Coeficientes de sensibilidade obtidos. ....	50
Tabela 30 - Distância mínima entre varões. ....	52
Tabela 31 - Diâmetros mínimos de dobragem. ....	53
Tabela 32 - Comprimentos de amarração de referência. ....	54
Tabela 33 - Comprimentos de amarração de cálculo. ....	55

Tabela 34 - Comprimentos de emenda admitidos.....	56
Tabela 35 - Factores de ductilidade em curvatura.....	58
Tabela 36 - Taxa de armadura máxima da zona traccionada. ....	59
Tabela 37 - Características da viga V15.3.....	65
Tabela 38 - Áreas de armadura da viga V15.3. ....	65
Tabela 39 - Posição da linha neutra e momento resistente da viga V15.3. ....	65
Tabela 40 - Esforço transversal de cálculo da viga V15.3. ....	65
Tabela 41 - Comprimento da zona crítica da viga V15.3.....	66
Tabela 42 - Espaçamento máximo e adoptado da armadura de confinamento da viga V15.3. ....	66
Tabela 43 - Esforço transversal resistente máximo da viga V15.3. ....	66
Tabela 44 - Valor de cálculo do esforço transversal resistente equilibrado pela resistência da armadura transversal na zona crítica da viga V15.3. ....	66
Tabela 45 - Características pilar P1 (Piso 2). ....	74
Tabela 46 - Esforço transversal de cálculo do pilar P1 (piso 2) segundo a direcção x. ....	74
Tabela 47 - Esforço transversal de cálculo do pilar P1 (piso 2) segundo a direcção y. ....	74
Tabela 48 - Espaçamento máximo e adoptado para o pilar P1 (piso 2). ....	74
Tabela 49 - Esforço transversal resistente máximo do pilar P1 (piso 2). ....	75
Tabela 50 - Valor de cálculo do esforço transversal resistente equilibrado pela resistência da armadura transversal na zona crítica do pilar P1 (piso 2).....	75
Tabela 51 - Altura crítica da caixa de elevador 1.....	81
Tabela 52 - Características das paredes e respectivos pilares fictícios considerados.....	81
Tabela 53 - Esforços de cálculo da Caixa de Elevadores 1.....	82
Tabela 54 - Áreas de armadura vertical necessárias dos pilares fictícios de cada parede. ....	83
Tabela 55 - Armaduras verticais e respectivas áreas adoptadas para os pilares fictícios da caixa de elevador 1 no piso 0.....	83
Tabela 56 - Armaduras verticais e respectivas áreas adoptadas para as almas das paredes da caixa de elevador 1. ....	83
Tabela 57 - Áreas finais da armadura vertical adoptada nas paredes constituintes da caixa de elevador 1.....	83
Tabela 58 - Armadura transversal na almas das paredes da caixa de elevador 1. ....	84
Tabela 59 - Esforços transversos de cálculo do piso 0 e respectivas áreas de armadura necessárias....	85
Tabela 60 - Esforço transversal resistente máximo de cada parede da caixa de elevador 1.....	86
Tabela 61 - Armadura horizontal adoptada e respectivo esforço transversal resistente das paredes da caixa de elevador 1 no piso 0.....	86
Tabela 62 - Taxa mecânica das armaduras verticais da alma das paredes da caixa de elevador 1.....	86
Tabela 63 - Espaçamento máximo e adoptado para as cintas dos pilares fictícios da caixa de elevador 1.....	86

Tabela 64 - Armadura de confinamento adoptada para a caixa de elevador 1.....	87
Tabela 65 - Dados para a verificação do confinamento da caixa de elevador 1.....	87
Tabela 66 - Verificação do confinamento da caixa de elevador 1.....	87
Tabela 67 - Comprimento dos pilares fictícios da caixa de elevador 1.....	87
Tabela 68 - Áreas de armadura mínima e máxima nas lajes. ....	88
Tabela 69 - Esforço transversal resistente das lajes. ....	89
Tabela 70 - Armaduras adoptadas e respectivos momentos resistentes nos muros de contenção.....	92
Tabela 71 - Esforço transversal actuante e resistente nos muros de contenção. ....	93
Tabela 72 - Armadura de esforço transversal adoptada e respectivo esforço transversal resistente.....	94
Tabela 73 - Momento da combinação quase-permanente na cobertura. ....	100
Tabela 74 - Módulo de elasticidade e coeficiente de homogeneização efectivo.....	100
Tabela 75 - Momento de fendilhação na cobertura. ....	101
Tabela 76 - Flecha a curto prazo para a laje de cobertura. ....	102
Tabela 77 - Flecha a longo prazo para a laje de cobertura. ....	103
Tabela 78 - Verificação da limitação de danos. ....	104



## Simbologia

### *Letras minúsculas latinas*

$A$	Área de secção transversal
$A_c$	Área de secção transversal do betão
$A_{Ed}$	Valor de cálculo da acção sísmica
$A_{Ek}$	Valor característico da acção sísmica para o período de retorno de referência
$A_s$	Área da secção de uma armadura para betão armado
$A_{s,min}$	Área da secção mínima de armadura
$A_{sl}$	Área de armadura longitudinal de tracção
$A_{sv}$	Área de armadura vertical de alma
$A_{sw}$	Área da secção de armadura de esforço transversal
$E$	Efeito de uma acção
$E_c$	Módulo de elasticidade do betão
$E_{c,eff}$	Módulo de elasticidade efectivo do betão
$E_{cm}$	Módulo de elasticidade secante do betão
$E_d$	Esforço actuante de dimensionamento
$E_E$	Efeito da acção sísmica
$E_{F,E}$	Efeito da acção resultante da análise para a acção sísmica de cálculo
$E_{F,G}$	Efeito da acção devido às acções não sísmicas incluídas na combinação de acções para a situação sísmica de cálculo
$E_s$	Valor de cálculo do módulo de elasticidade do aço de uma armadura para betão armado
$F$	Acção
$F_b$	Força de corte basal
$F_c$	Força no betão
$F_i$	Força horizontal equivalente
$F_s$	Força na armadura ordinária
$F_{tsd}$	Força de cálculo no tirante da armadura ordinária junto à base da sapata
$G_k$	Valor característico de uma acção permanente
$I$	Momento de inércia
$I_l$	Momento de inércia da secção não fendilhada
$I_{pCM}$	Momento polar de inércia em relação ao centro de massa do piso
$K$	Rigidez
$K_j$	Rigidez de translação
$K_\theta$	Rigidez de torção
$L$	Comprimento

$L_i$	Dimensão do piso na direcção perpendicular à direcção do movimento sísmico
$L_{max}$	Dimensão máxima em planta do edifício
$L_{min}$	Dimensão mínima em planta do edifício
$M$	Momento flector
$M_{ai}$	Momento torsor
$M_{cr}$	Momento de fendilhação
$M_{Ed}$	Momento actuante de cálculo
$M_{freq}$	Momento devido à combinação quase-permanente de acções
$M_{Rb} M_{Rc}$	Momentos resistentes em vigas e em colunas, respectivamente
$M_{Rd}$	Momento resistente de cálculo
$N_{Ed}$	Valor de cálculo do esforço normal
$Q_{k,l}$	Valor característico de uma acção variável base
$Q_{k,i}$	Valor característico de uma acção variável
$S_d(T)$	Espectro de cálculo
$T$	Período de vibração de um sistema linear com um grau de liberdade
$T_1$	Período fundamental da estrutura para movimentos horizontais no plano de flexão associado à curvatura em causa
$T_B$	Limite inferior do período no patamar de aceleração espectral constante
$T_C$	Limite superior do período no patamar de aceleração espectral constante
$T_D$	Valor que define no espectro o início do ramo de deslocamentos constante
$T_k$	Período de vibração do modo k
$V$	Esforço transversal
$V_{Ed}$	Valor de cálculo de esforço transversal
$V_{Rd}$	Esforço transversal resistente de cálculo
$V_{total}$	Força de corte total ao nível do piso em análise
$X_{CR} Y_{CR}$	Coordenadas do centro de rigidez

### ***Letras minúsculas latinas***

$a_1$	Coeficiente relativo ao efeito da forma dos varões
$a_2$	Coeficiente relativo ao efeito do recobrimento mínimo do betão
$a_3$	Coeficiente relativo ao efeito da cintagem das armaduras transversais
$a_4$	Coeficiente relativo à influencia de um ou mais varões transversais soldados ao longo do comprimento de amarração
$a_5$	Coeficiente relativo ao efeito da forma da pressão ortogonal ao plano de fendilhação ao longo do comprimento de amarração



$a_g$	Valor de cálculo da aceleração à superfície de um terreno do tipo A
$a_{gR}$	Valor de referência da aceleração máxima à superfície de um terreno do tipo A
$b$	Largura total de uma secção transversal
$b_c$	Dimensão da secção transversal do pilar
$b_{eff}$	Largura efectiva do banzo
$b_i$	Distâncias medidas a eixo entre varões travados consecutivamente
$b_0$	Largura do elemento confinado, medida entre cintas
$b_w$	Largura da alma de vigas
$b_w$	Espessura da zona confinada
$b_{w,min}$	Largura mínima das vigas de fundação
$b_{w0}$	Espessura da alma de uma parede
$c_{min}$	Recobrimento mínimo
$c_{min,b}$	Recobrimento mínimo para os requisitos de aderência
$c_{min,dur}$	Recobrimento mínimo relativo às condições ambientais
$c_{nom}$	Recobrimento nominal
$d$	Altura útil de uma secção transversal
$d$	Distância mínima entre varões
$d$	Deslocamento dos pisos
$d_{bl}$	Diâmetro de um varão longitudinal
$d_{bw}$	Diâmetro de uma cinta
$d_g$	Dimensão nominal máxima do agregado
$d_g$	Valor de cálculo do deslocamento à superfície do terreno
$d_r$	Valor de cálculo do deslocamento relativo entre pisos
$d_s$	Deslocamento real da estrutura
$e$	Excentricidade
$e_{oi}$	Distância entre o centro de rigidez e o centro de massa
$e_a$	Excentricidade accidental de um piso em relação à sua localização nominal
$f_{bd}$	Tensão de aderência
$f_{cd}$	Valor de cálculo da tensão de rotura à compressão
$f_{ck}$	Valor característico de rotura do betão à compressão aos 28 dias de idade
$f_{ctd}$	Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à tracção
$f_{ctm}$	Valor médio da tensão de rotura do betão à tracção simples
$f_{yd}$	Valor de cálculo da tensão de cedência à tracção do aço das armaduras para betão armado
$f_{yk}$	Valor característico da tensão de cedência à tracção do aço das armadura para betão armado
$f_{ywd}$	Valor de cálculo de cedência do aço das armaduras de esforço transversal

$g$	Aceleração devida à gravidade
$h$	Altura entre pisos
$h_0$	Altura do núcleo confinado
$h_c$	Altura da secção transversal de um pilar na direcção considerada
$h_c$	Comprimento da alma da secção de parede
$h_{cr}$	Altura da zona crítica nas paredes
$h_s$	Altura livre entre pisos
$h_w$	Altura de uma parede ou altura da secção transversal de uma viga
$h_{w,min}$	Altura mínima das vigas de fundação
$k_D$	Coeficiente que reflecte a classe de ductilidade no cálculo da largura do pilar necessária à amarração das armadura da viga num nó
$k_w$	Coeficiente que reflecte o modo de rotura predominante nos sistemas estruturais de parede
$l$	Comprimento ou vão
$l_0$	Distância entre momentos nulos
$l_0$	Comprimento de emenda
$l_{b,rqd}$	Comprimento de amarração de referência
$l_{bd}$	Comprimento de amarração
$l_c$	Comprimento da zona critica na extremidade das paredes
$l_{cl}$	Comprimento livre de uma viga ou de um pilar
$l_{cr}$	Comprimento da zona critica
$l_s$	Raio de giração
$l_w$	Maior dimensão da parede em planta
$m$	Massa
$n$	Número de pisos da fundação ou do nível superior de uma cave rígida
$n$	Número total de varões longitudinais onde o deslocamento para o exterior da secção está travado por cintas ou ganchos em torno dos varões
$q$	Coeficiente de comportamento
$q_0$	Valor básico do coeficiente de comportamento
$r_i$	Raio de torção
$s$	Espaçamento das armaduras transversais
$s_{cl,max}$	Espaçamento máximo das armaduras transversais ao longo do pilar
$s_{l,max}$	Espaçamento máximo entre estribos
$s_{max,slabs}$	Espaçamento máximo entre varões nas lajes
$s_{t,max}$	Espaçamento transversal máximo entre ramos de estribos
$w$	Abertura de fendas
$x_u$	Extensão da zona comprimida no plano de flexão

$z$	Braço do binário das forças interiores
$z_i$	Altura do piso $i$ medida a partir do nível da aplicação da acção sísmica

### ***Letras minúsculas gregas***

$\alpha$	Ângulo formado pelas armaduras de esforço transversal e o eixo longitudinal
$\alpha$	Coefficiente de eficiência do confinamento
$\alpha$	Coefficiente de homogeneização
$\alpha_{ct}$	Coefficiente relativo aos efeitos de longo prazo na resistência à tracção e aos efeitos desfavoráveis resultantes do modo como a carga é aplicada
$\alpha_n$	Relação entre a área efectivamente confinada e a área no interior das cintas
$\alpha_i$	Relação entre a área da secção efectivamente confinada a meia distância entre cintas e a área no interior das cintas
$\beta$	Coefficiente correspondente ao limite inferior do espectro e cálculo horizontal
$\delta_{\infty}$	Deformação a longo prazo
$\Delta_{cdur,add}$	Factor de redução do recobrimento mínimo no caso de protecção adicional
$\Delta_{cdur,\gamma}$	Factor de segurança
$\Delta_{cdur,st}$	Factor de redução do recobrimento mínimo se for utilizado aço inoxidável
$\varepsilon_{cu,2}$	Extensão última no betão não confinado
$\varepsilon_{cu2,c}$	Extensão última no betão confinado
$\varepsilon_{sy,d}$	Valor de cálculo da extensão de cedência à tracção do aço
$\gamma_C$	Coefficiente parcial de segurança relativo ao betão
$\gamma_G$	Coefficiente parcial de segurança relativo às acções permanentes
$\gamma_H$	Coefficiente de importância
$\gamma_Q$	Coefficiente parcial de segurança relativo às acções variáveis
$\gamma_{Rd}$	Factor de incerteza no modelo no valor de dimensionamento das resistências
$\gamma_{Rd}$	Factor relativo à possibilidade do aumento do momento flector resistente devido ao endurecimento das armaduras
$\eta_1$	Coefficiente relativo às condições de aderência e à posição do varão durante a betonagem
$\eta_2$	Coefficiente relativo ao diâmetro do varão
$\varphi$	Coefficiente de fluência
$\lambda$	Parâmetro adimensional
$\mu_{\phi}$	Valor necessário do factor de ductilidade em curvatura
$\nu$	Coefficiente de <i>Poisson</i> do solo
$\nu$	Coefficiente de redução da acção sísmica
$\nu_l$	Coefficiente de redução da resistência do betão fendilhado por esforço transversal

$v_d$	Esforço normal reduzido para a situação de projecto sísmica
$\phi_{m,min}$	Diâmetro mínimo de dobragem dos varões
$\rho'$	Taxa de armadura de compressão
$\rho_{b,min}$	Taxa mínima de armadura nas vigas de fundação
$\rho_{min}$	Taxa mínima de armadura
$\sigma_{adm}$	Tensão admissível no solo
$\sigma_{sd}$	Valor de cálculo da tensão na secção do varão a partir do qual é medido o comprimento de amarração
$\Omega$	Coeficiente que relaciona o valor de cálculo da resistência da zona ou elemento i, com o esforço actuante na zona ou no elemento i, para a situação de projecto sísmica
$\omega_v$	Taxa mecânica da armadura vertical na alma
$\omega_{wd}$	Taxa mecânica volumétrica de cintas nas zonas críticas
$\psi_0, \psi_1, \psi_2$	Coeficientes de combinação
$\theta$	Índice de sensibilidade de deslocamentos entre pisos
$\theta$	Ângulo que define a inclinação das escoras de betão.

## Siglas

<i>CEN</i>	Comité Europeu de Normalização
<i>CQC</i>	Combinação Quadrática Completa
<i>DCH</i>	Ductility Class High (Classe de Ductilidade Alta)
<i>DCL</i>	Ductility Class Low (Classe de Ductilidade Baixa)
<i>DCM</i>	Ductility Class Medium (Classe de Ductilidade Média)
<i>EC</i>	Eurocódigo
<i>EC0</i>	Eurocódigo 0 – Bases para o projecto de estruturas
<i>EC1</i>	Eurocódigo 1 – Acções em estruturas
<i>EC2</i>	Eurocódigo 2 – Projecto de estruturas de betão
<i>EC8</i>	Eurocódigo 8 – Projecto de Estruturas para resistência aos sismos
<i>ELS</i>	Estados Limites de Serviço
<i>ELU</i>	Estados Limites Últimos
<i>RCP</i>	Restante carga permanente
<i>REBAP</i>	Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado
<i>RSA</i>	Regulamento de Segurança e Acções de Edifícios e Pontes
<i>SC</i>	Sobrecarga



# 1 Introdução

O presente trabalho final de mestrado é referente à elaboração de um projecto de estrutura e fundações de um edifício destinado a escritórios, localizado em Portugal Continental, mais concretamente na Av. De Sintra, no Concelho de Cascais. Tendo como base um projecto de arquitectura, este trabalho tem como objectivo desenvolver uma solução estrutural que garanta a segurança do edifício em relação às acções regulamentares.

Portugal encontra-se numa fase transitória no que à legislação diz respeito, sendo que o Regulamento de Segurança e Acções (RSA) para Estruturas de Edifícios e Pontes e o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP) são, actualmente, os regulamentos em vigor. No entanto, este processo transitivo visa a implementação da exclusividade da regulamentação Europeia (Eurocódigos Estruturais), acompanhada pela respectiva regulamentação nacional específica para cada país (Anexos Nacionais).

A principal diferença entre a nova regulamentação e a actualmente aplicável reside, essencialmente, ao nível da caracterização da acção sísmica e pormenorização dos elementos sísmico-resistentes, sendo que as normas europeias abordam, além da capacidade de não colapso que uma estrutura deve ter, exigências de limitação de danos, com vista a que as construções não sofram danos irreversíveis, tendo em consideração os custos inerentes às suas possíveis reabilitações.

É, portanto, objectivo deste trabalho a aplicação desta emergente regulamentação, nomeadamente dos seguintes regulamentos:

- Eurocódigo 0 – Bases para o projecto de Estruturas, que estabelece os princípios e requisitos de segurança a aplicar no projecto de estruturas de edifícios e de outras obras de engenharia civil;
- Eurocódigo 1 – Acções em estruturas, que quantifica e relaciona os valores das acções e sobrecargas em edifícios;
- Eurocódigo 2 – Projecto de estruturas de betão, que diz respeito às regras gerais a adoptar no projecto de edifícios e de outras obras de engenharia civil de betão;
- Eurocódigo 8 – Dimensionamento de estruturas para resistência aos sismos, que reúne os princípios básicos para a concepção de estruturas sísmo-resistentes.

O desenvolvimento deste projecto permite percorrer todas as fases inerentes à elaboração de um projecto de estruturas, desde a concepção estrutural e respectivo pré-dimensionamento dos elementos estruturais até à avaliação do comportamento dinâmico da estrutura e respectiva verificação aos estados limites considerados.

Para avaliação dos efeitos das acções estáticas e dinâmicas a que um edifício pode estar sujeito, foi utilizado o programa de cálculo automático de estruturas “*SAP 2000, V16.0.0*”, de modo a obter resultados rápidos e rigorosos na avaliação do sistema estrutural adoptado.

Este trabalho será constituído por peças escritas, nas quais se expõem os principais dados do projecto em estudo, métodos de cálculo e de dimensionamento e também por peças desenhadas, nas quais consta toda a informação necessária relativa à correcta definição da solução estrutural desenvolvida.

## **1.1 Bases Arquitectónicas**

O edifício de escritórios em estudo é constituído por uma configuração arquitectónica irregular, tanto em planta, como em altura. Constituído por 4 fachadas, este edifício possui várias particularidades, como recuos em todas as fachadas, uma abertura circular na laje exterior do piso 1 e também a fachada a Oeste inclinada para o exterior.

Sendo composto por seis pisos, apresenta três pisos enterrados, um piso térreo, dois pisos elevados e uma laje de cobertura. Com cerca de 950m<sup>2</sup>, o lote do edifício é totalmente ocupado pelos pisos enterrados. Nos pisos elevados a sua configuração em planta inicia-se com uma área aproximada de 370 m<sup>2</sup> e vai encurtando de piso para piso, sendo que termina com a laje de cobertura com cerca de 200m<sup>2</sup>.

Os pisos enterrados são destinados unicamente a estacionamento automóvel de veículos ligeiros, sendo o seu acesso feito por meio de uma rampa, situada a sul do edifício, que desce inicialmente em curva e segue depois em linha recta até ao nível do piso -1. Esta é idêntica para a ligação entre os restantes pisos inferiores. O acesso aos pisos superiores é efectuado, em todos os pisos, por intermédio de escadas e dois elevadores. As cotas dos pisos -1, -2 e -3 são, respectivamente, 61.65 m, 58.85 m e 56.05 m.

O piso 0 corresponde ao piso de entrada do edifício e apresenta uma área bruta privativa de 800m<sup>2</sup>. A entrada pedonal do edifício é feita a Este, com um espaço privativo exterior de 170m<sup>2</sup> e a entrada rodoviária está localizada a Norte. Também a Norte se encontra uma porta exterior destinada a eventuais saídas de emergência. No interior, com uma área de 400m<sup>2</sup>, encontra-se a recepção com respectiva sala de espera, um espaço para arquivo, escritórios em espaço aberto, uma zona para arrumos e ainda instalações sanitárias masculinas, femininas e para deficientes. A cota de arquitectura do piso encontra-se a 65.20 m e a zona exterior do edifício é rebaixada de 10 e 70 cm na zona Este e Oeste, respectivamente. Esta diferença de cotas é efectuada através de uma variação linear apenas na zona exterior, a Norte.

No piso 1 dá-se uma redução de área interior na parte Oeste do Edifício, originando duas coberturas não acessíveis com cerca de 15m<sup>2</sup> cada. É também ao nível deste piso que nasce uma laje de cobertura não acessível a Norte do edifício, onde se situa a referida abertura circular. Encontra-se neste piso uma sala



de espera, dois escritórios privados, escritórios em espaço aberto, uma zona para arrumos e também instalações sanitárias masculinas, femininas e para deficientes. A cota deste piso corresponde a 68.70m.

Do piso 1 para o piso 2 é onde se dá a maior redução de área interior entre pisos elevados, ficando este com cerca de 200 m<sup>2</sup>. Esta diferença dá origem a três coberturas, das quais duas acessíveis com aproximadamente 86 e 39 m<sup>2</sup>. A restante constituição deste piso é idêntica à do piso inferior, com a extinção de um dos escritórios privados e da zona para arrumos. É com mais um incremento de 3.50 m que este piso fica com a cota de 72.20 m.

Finalmente a cobertura do último piso, não acessível, que na fachada Este apresenta uma pala com 60 cm. A cobertura tem uma área semelhante à área do piso 2 e encontra-se à cota 75.70 m.

## **1.2 Solução Estrutural**

A primeira abordagem para a criação da estrutura de um edifício passa por garantir a segurança deste quando solicitado pelas combinações de acções consideradas no seu dimensionamento, tentando sempre preservar a solução arquitectónica inicial. Consiste, portanto, na escolha da localização, dimensão, tipo e disposição dos elementos estruturais, tendo em consideração a viabilidade da solução em termos económicos, práticos e de funcionamento.

Nesta fase do projecto o factor que mais condiciona a escolha da solução a adoptar é, sem dúvida, a geometria do edifício aliada à sua arquitectura. Estes factores restringem a liberdade de um engenheiro na escolha do posicionamento e dimensões dos diferentes elementos estruturais. É, portanto, muito importante um estudo prévio detalhado da arquitectura do edifício.

Com estes factores em consideração, foi então desenvolvida uma solução estrutural em harmonia com a solução arquitectónica. Esta solução passa por uma estrutura reticulada em betão armado, com os pavimentos em laje maciça. Para a contenção de terras foram adoptados muros de contenção em betão armado.

A própria arquitectura sugere o posicionamento de alguns pilares, sugestão essa que foi naturalmente considerada e adoptada nalguns casos. Nos restantes casos completou-se a malha de pilares com vista a que esta fosse o mais regular possível, criando alinhamentos paralelos e perpendiculares entre si. Na fachada Oeste houve a necessidade de se criar um alinhamento enviesado, condicionado pela geometria do edifício. Todos os pilares são quadrados ou rectangulares, com excepção dos do alinhamento enviesado onde os pilares acompanham a forma dos panos de alvenaria com que se cruzam.

Nos pisos enterrados foram criadas paredes onde existiam pilares muito próximos e, devido à necessidade da localização de alguns pilares, foram eliminados dois lugares de estacionamento

automóvel, que poderão ser aproveitados para estacionamento de bicicletas, uma vez que não existe nenhum espaço destinado a esse fim.

Com vista a tentar ser o menos invasivo possível, existem também alguns pilares de secção variável, variação esta que se dá do piso enterrado superior para o piso elevado inferior.

De realçar as vigas de bordadura recuadas, que se encontram na fachada a Este e Sul na zona do envidraçado contínuo entre pisos, de modo a garantir o recuo imposto pela arquitectura.

Os muros de contenção de terras têm a espessura proposta na arquitectura, ou seja, 0.30 m.

Por último, os elementos verticais foram fundados em fundações directas ligadas por vigas de fundação, com vista a que estas absorvam os momentos existentes na base dos pilares e paredes estruturais. Nalguns casos houve a necessidade da criação de sapatas comuns, devido ao facto de algumas sapatas isoladas se encontrarem muito próximas.

## 2 Materiais

Antes de se definirem os materiais a adoptar para a solução estrutural, é necessário classificar o edifício em estudo no que respeita ao seu tempo de vida útil de projecto.

As estruturas devem ser projectadas e construídas de modo a que, com graus de fiabilidade apropriados e de forma económica, apresentem um bom desempenho durante o seu período de vida previsto (art.º 2.1(1)P do EC2). Recorrendo ao art.º 2.3 do EC0, conclui-se que este edifício se insere na Categoria de vida útil de projecto 4, correspondente a um período de vida útil de projecto de 50 anos.

É importante mencionar que a definição dos materiais a utilizar na concepção de uma estrutura depende não só de vários critérios presentes no EC2, mas também do EC8 no que respeita ao betão e aço a utilizar nas estruturas de engenharia civil. O EC8 refere no art.º 5.3.2 que nos elementos sísmicos primários, deve utilizar-se aços da classe B ou C, segundo a classificação presente no EC2. Para estruturas da classe DCM é ainda referido no art.º 5.4.1.1 do EC8, que para os pilares sísmicos primários, para além da classe de resistência mínima ser a C16/20, só é permitido o uso de varões nervurados na armadura das zonas consideradas críticas, com excepção para os estribos fechados.

Relativamente aos factores de segurança parciais utilizados para as propriedades dos materiais, estes encontram-se definidos no Anexo Nacional de cada país, sendo que os valores propostos pelo EC2 são os seguintes (Tabela 2.1N do EC2):

**Tabela 1 - Coeficientes parciais relativos aos materiais para os estados limites últimos.**

Situações de projecto	$\gamma_c$ para betão	$\gamma_s$ para aço de armaduras para betão
Persistentes e Transitórias	1,5	1,15
Acidentais	1,2	1,0

### 2.1 Betão

A escolha do tipo de betão a utilizar, foi baseada nos critérios especificados na Norma NP EN 206-1. Estes critérios, do ponto de vista da durabilidade, são definidos de acordo com o tipo de ambiente onde se insere a estrutura a projectar. Efectou-se então uma breve análise aos diversos elementos estruturais, concluindo-se que as classes de exposição que melhor definem a estrutura são as classes XS1e XC2.

A classe de exposição XS1 é referente a estruturas que se encontrem próximas da costa, enquanto que a classe XC2 é referente às fundações que estão em contacto directo com o terreno. De modo a uniformizar os recobrimentos e o betão a utilizar, classificaram-se as fundações e muros de suporte com a classe XC2 e os restantes elementos da estrutura com a classe XS1.

Foi então adoptada a classe de resistência mínima C30/37, que possui as seguintes características:

**Tabela 2 - Principais características do betão adoptado.**

<b>Betão C30/37</b>
$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$
$f_{cd} = 20,0 \text{ MPa}$
$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
$f_{ctk\ 0,05} = 2,0 \text{ MPa}$
$f_{ctk\ 0,95} = 3,8 \text{ MPa}$
$E_{cm} = 33,0 \text{ GPa}$
$\nu_c = 0,2$
$\gamma_c = 24,0 \text{ kN/m}^3$

## 2.2 Aço

Para a definição da classe de aço a utilizar, deve ser tida em consideração a possibilidade de plastificação das armaduras nas zonas consideradas críticas dos elementos estruturais. Tensões maiores que a do limite de elasticidade numa dada secção, levam a um regime plástico que, conseqüentemente, originam deformações permanentes quando cessada a sua solicitação. É então importante que os elementos constituintes de uma estrutura tenham a capacidade de se deformarem para além dos seus limites elásticos, não sofrendo grandes diminuições de resistência e rigidez. Assim, foi utilizado um aço de alta ductilidade, da Classe C, o aço A500 NR SD, que conta com as seguintes características:

**Tabela 3 - Principais características do Aço A500 NR SD.**

<b>Aço A500 NR SD</b>
$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
$E_s = 210 \text{ GPa}$
$\epsilon_{yd} = 0,002175$
$\epsilon_{uk} \geq 7,5$
$\gamma_s = 77,0 \text{ kN/m}^3$

Esta escolha ocorreu devido à sua maior tensão de cedência, quando comparado com aço A400, o que se traduz numa menor área de aço para um mesmo esforço actuante numa dada secção. O maior inconveniente que resulta da escolha de um aço com uma tensão de cedência superior é a sua menor ductilidade, pelo que se optou por um aço do tipo SD, de alta ductilidade.

### 3 Acções

Apesar da sua simplicidade, a definição das acções actuantes numa estrutura é um dos critérios mais importantes para o seu dimensionamento, uma vez que estas vão influenciar directamente os resultados finais da estrutura. Para que a resposta de uma estrutura seja o mais idêntica ao seu comportamento real, é necessário aproximar o mais possível os carregamentos aos seus valores reais.

Uma acção, tal como especificado no art.º 1.5.3.1 do EC0, pode ser classificada como directa ou indirecta. A acção directa é aquela que actua como um conjunto de forças/cargas aplicadas à estrutura, enquanto uma acção indirecta se caracteriza por um conjunto de deformações ou acelerações impostas a uma estrutura provocadas, por exemplo, por assentamentos diferenciais ou sismos.

Devido à sua variabilidade, as acções classificam-se em três grandes categorias:

- Acções Permanentes;
- Acções Variáveis;
- Acções Acidentais.

#### 3.1 Acções Permanentes

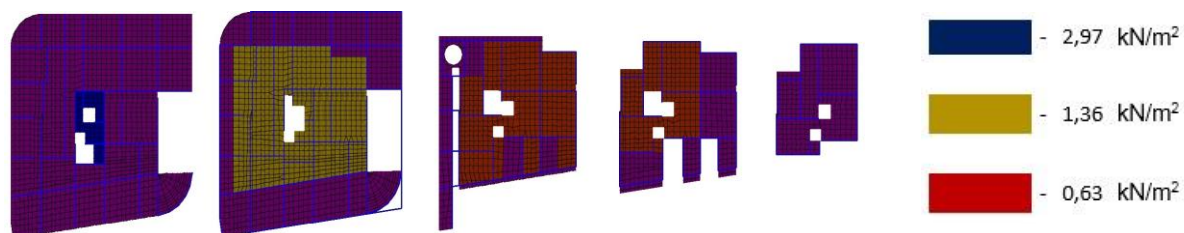
Acções permanentes são aquelas que ocorrem e têm valor constante durante praticamente toda a vida útil da estrutura. Resultam, portanto, de três conjuntos de cargas, sendo o primeiro o peso próprio dos elementos que compõem a estrutura. O segundo conjunto diz respeito aos materiais não estruturais, como alvenarias e revestimentos, denominado de restante carga permanente (RCP). Apresenta-se de seguida um quadro resumo com os respectivos valores:

**Tabela 4 - Cargas associadas às Acções Permanentes.**

<b>Acções Permanentes</b>	<b>Carga</b>
Peso Próprio dos elementos estruturais	25,00 kN/m <sup>3</sup>
Revestimento dos pisos	1,00 kN/m <sup>2</sup>
Revestimento das coberturas	2,50 kN/m <sup>2</sup>
Paredes de Alvenaria de 30cm	3,20 kN/m <sup>2</sup>
Paredes de Alvenaria de 20cm	2,10 kN/m <sup>2</sup>
Paredes de Alvenaria de 15cm	1,80 kN/m <sup>2</sup>
Envidraçados	0,88 kN/m

Uma vez que o edifício de escritórios em estudo tem muito espaços abertos, as paredes de alvenaria e envidraçados interiores que não se encontravam nos alinhamentos das vigas, foram simulados no modelo calculando o seu peso total e dividindo pela respectiva área do piso onde estes actuam. Esta

distribuição encontra-se representada na seguinte figura, em que da esquerda para a direita se encontram um piso enterrado, o piso térreo e os restantes pisos elevados:



**Figura 1 - Distribuição das restantes cargas permanentes das paredes interiores e envidraçados nos respectivos pisos.**

No caso dos panos de alvenaria que assentavam sobre as vigas, ou mesmo sobre os muros de suporte, estes foram considerados no modelo como cargas distribuídas lineares.

O terceiro e último conjunto de cargas permanentes diz respeito aos impulsos do terreno que actuam sobre o muro de suporte. Para o dimensionamento dos muros de suporte foram adoptadas as seguintes características do terreno:

**Tabela 5 - Características do Terreno.**

Terreno
$\gamma_s = 19 \text{ kN/m}^3$
$\varphi = 30^\circ$

Para o valor do coeficiente do impulso em repouso,  $K_0$ , foi tomado o valor de 0,50.

No caso dos muros que continham arruamentos na sua periferia, foi considerado que estes se traduziam numa carga uniformemente distribuída de  $5 \text{ kN/m}^2$ , correspondente a uma sobrecarga de  $10 \text{ kN/m}^2$  no arruamento.

### 3.2 Acções Variáveis

As acções variáveis são aquelas que podem variar no tempo e espaço durante a vida útil de uma estrutura. Estas podem ser classificadas segundo três tipos:

- Acções variáveis directas;
- Acções variáveis indirectas;
- Acções variáveis dinâmicas.

### 3.2.1 Acções Variáveis Directas e Indirectas

As acções variáveis directas são aquelas que são provocadas ou pela utilização da estrutura, por pessoas e equipamentos, ou por qualquer acção que esteja ligada a esta, enquanto que as acções variáveis indirectas são, por exemplo, as variações uniformes, ou não, de temperatura. Para este projecto, foram apenas consideradas as seguintes sobrecargas e respectivos coeficientes ( $\psi$ ):

**Tabela 6 - Sobrecargas e respectivos coeficientes.**

Tipos de Sobrecarga	Valor	Coeficientes			Categoria
		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	
Pisos	3,00 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,5	0,3	B
Escadas	3,00 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,5	0,3	B
Coberturas acessíveis	3,00 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,7	0,3	I
Coberturas não acessíveis	0,40 kN/m <sup>2</sup>	0	0	0	H
Zonas de acesso ao edifício	4,00 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,7	0,6	C3
Garagens	4,00 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,5	0,3	G

### 3.2.2 Acções Variáveis Dinâmicas

As acções variáveis dinâmicas consistem em acções que ocorrem devido a qualquer tipo de aceleração que provoque solicitações nos elementos da estrutura, como é o caso do sismo ou quando a estrutura se encontra sujeita a choques ou vibrações. Apesar de o vento ser uma das acções variáveis dinâmicas, esta não foi estudada devido ao facto de a acção sísmica considerada ser mais condicionante.

#### 3.2.2.1 Acção Sísmica

De acordo com o EC0, a acção sísmica é uma acção que ocorre devida aos movimentos do terreno provocados pelos sismos. Recorrendo à norma que engloba os vários aspectos relativos a esta acção, o EC8, o movimento sísmico à superfície do terreno pode ser representado por um espectro de resposta elástica de aceleração à superfície do terreno, designado de “*espectro de resposta elástica*”. Devido à complexidade do processo de definição da acção sísmica, quando comparado com a definição das outras acções, é importante referir primeiramente quais os requisitos que uma estrutura deve cumprir.

##### 3.2.2.1.1 Requisitos Fundamentais de Desempenho de uma Estrutura

Quando dimensionada pelo EC8 e em caso de ocorrência de um sismo, uma estrutura tem por finalidade assegurar a protecção das vidas humanas dos utentes do edifício, limitar os seus danos e também, nas estruturas consideradas importantes para a protecção civil, garantir a sua operacionalidade.

Assim, para assegurar estes objectivos, é necessário que os seguintes requisitos sejam cumpridos:

- Requisito de não ocorrência de colapso;
- Requisito de Limitação de danos.

O requisito de não ocorrência de colapso da estrutura associa-se ao Estado Limite Último, que tem por objectivo assegurar que o sistema estrutural tenha a resistência e capacidade de dissipação de energia necessária para a verificação da segurança segundo o EC8.

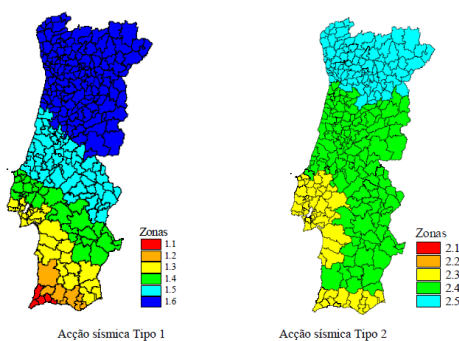
O requisito de limitação de danos, por sua vez, está associado ao Estado Limite de Serviço, que proporciona um adequado grau de fiabilidade em relação a danos inaceitáveis numa estrutura.

### 3.2.2.1.2 Zoneamento e Tipos de Acções Sísmicas

Em Portugal, a sismicidade está associada à falha que separa a Placa Euro-Asiática da Placa Africana. Foi devido à sua “constante colisão” que estas placas produziram várias ramificações desta fractura até ao interior do continente. Vários estudos assumem que o território nacional se encontra numa zona de sismicidade moderada e que existem duas zonas de geração de sismos capazes de produzir sismos de características distintas:

- Acção sísmica Tipo I;
- Acção sísmica Tipo II.

A acção sísmica do Tipo I corresponde a sismos com epicentros localizados na zona do banco do Gorringe, de elevada magnitude, caracterizados pela concentração de energia nas bandas das baixas e médias frequências e com durações elevadas, enquanto que a acção sísmica do Tipo II corresponde a sismos com distâncias epicentrais baixas, de média magnitude, pequena duração e com concentração de energia nas bandas das altas frequências. Assim, o território nacional foi delimitado geograficamente em função da natureza e intensidade sísmica de cada região. Apresenta-se em seguida a delimitação de Portugal Continental, definida no art.º NA-3.2.1(2) do Anexo Nacional do EC8, para os dois tipos de acção considerados:



**Figura 2 - Zoneamento Sísmico de Portugal Continental.**



Através da figura acima exposta podemos verificar que o edifício em estudo se encontra, para a acção sísmica tipo 1, na zona 1.3 e na zona 2.3 para a acção sísmica do tipo 2.

### 3.2.2.1.3 Tipos de Terreno

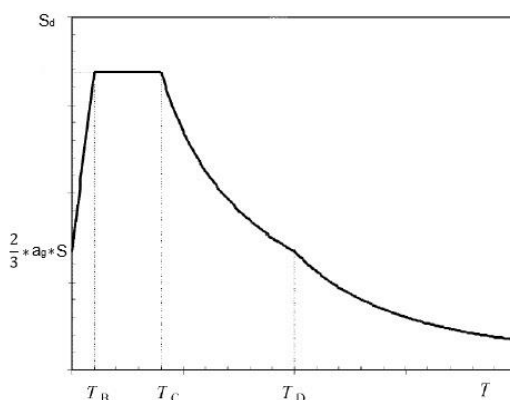
Uma vez definido o zoneamento sísmico de um edifício, a classificação do tipo de terreno onde irá ser construída a estrutura é definida de acordo com o valor da velocidade média das ondas de corte,  $v_{s,30}$ , se disponível ou, caso contrário, segundo o valor de  $N_{SPT}$ . Não possuindo o relatório geotécnico do tipo de terreno onde a estrutura vai ser implantada, foi admitido que o terreno se assemelha à descrição do perfil estratigráfico do tipo C do quadro 3.1 do art.º 3.1.2 do EC8. Foi assim considerado que o terreno se equipara a “depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta de seixo (cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros”.

### 3.2.2.1.4 Espectro de Resposta Elástica Horizontal

Segundo o art.º 4.3.3.1(2)P do EC8, o método de referência para determinar os efeitos sísmicos deve ser o da análise modal por espectro de resposta, utilizando um modelo elástico linear para simular a estrutura e o espectro de cálculo exposto no art.º 3.2.2.5 do mesmo regulamento.

Genericamente e quando solicitado por uma acção sísmica, este espectro de resposta caracteriza-se como uma representação gráfica que fornece o valor máximo da resposta de vários osciladores com um grau de liberdade, sendo que cada oscilador possui uma determinada frequência natural distinta dos outros. Estes gráficos são elaborados para um dado coeficiente de amortecimento<sup>1</sup> fixo e podem ser definidos em termos de, por exemplo, deslocamento, velocidades ou aceleração.

É apresentado de seguida o espectro de cálculo horizontal para estruturas com coeficiente de amortecimento de 5% e respectivas expressões associadas ao seu cálculo:



**Figura 3 - Forma do espectro de cálculo horizontal para estruturas com  $\xi=5\%$ .**

<sup>1</sup> O valor de referência do coeficiente de amortecimento para o betão armado é dado por  $\xi = 0,05$ .

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left( \frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad (3.1)$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \quad (3.2)$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) = \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (3.3)$$

$$T_D \leq T : S_d(T) = \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (3.4)$$

Sendo:

- $S_d(T)$  – Espectro de cálculo;
- $T$  – Período de vibração de um sistema linear com um grau de liberdade;
- $a_g$  – Valor de cálculo de aceleração à superfície para um terreno do tipo A ( $a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$ );
- $\gamma_I$  – Coeficiente de importância (NA-4.2.5(5)P do EC8);
- $a_{gR}$  – Valor de referência da aceleração máxima à superfície de um terreno do tipo A (NA-4.2.5(5)P do EC8);
- $T_B$  – Limite inferior do período no patamar de aceleração espectral constante (NA-3.2.2.2(2)P);
- $T_C$  – Limite superior do período no patamar de aceleração espectral constante (NA-3.2.2.2(2)P);
- $T_D$  – Valor que define o início do ramo de deslocamento constante (NA-3.2.2.2(2)P);
- $S$  – Coeficiente de solo (NA-3.2.2.2(2)P);
- $\beta$  – Coeficiente correspondente ao limite inferior do espectro de cálculo horizontal (o valor recomendado é de 0.2);
- $q$  – Coeficiente de comportamento.

### 3.2.2.1.5 Espectro de Resposta Elástica Vertical

O comportamento de uma estrutura quando solicitada pela aceleração de um sismo, não é apenas influenciada pela componente horizontal dessa acção. Em estruturas que apresentam grandes vãos horizontais, elementos com comprimentos consideráveis em consola ou elementos verticais descontínuos, a componente vertical pode revelar-se influenciadora na resposta de uma estrutura.

Uma vez que o edifício em estudo não possui nenhuma das condições acima referidas, a influência da acção sísmica vertical na resposta da estrutura não foi considerada.

### 3.2.2.1.6 Classes e Coeficientes de Importância

É introduzido no EC8 o conceito de classe de importância, que pretende classificar os edifícios em função da sua importância para a segurança pública e protecção civil, no caso da ocorrência de um sismo. Definidas no art.º 4.2.5(4) do EC8, são quatro classes de importância existentes:

**Tabela 7 - Classes de importância para os edifícios.**

<b>Classe de importância</b>	<b>Edifícios</b>
I	Edifícios de importância menor para a segurança pública, como por exemplo edifícios agrícolas, etc.
II	Edifícios correntes, não pertencentes às outras categorias.
III	Edifícios cuja resistência sísmica é importante tendo em vista as consequências associadas ao seu colapso, como por exemplo escolas, salas de reunião, instituições culturais, etc.
IV	Edifícios cuja integridade em caso de sismo é de importância vital para a protecção civil, como por exemplo hospitais, quartéis de bombeiros, centrais eléctricas, etc.

Através da tabela atrás apresentada, podemos concluir que o edifício em estudo é da classe de importância II, uma vez que se trata de um edifício de escritórios.

Os valores atribuídos ao coeficiente de importância encontram-se definidos no Anexo Nacional, art.º NA-4.2.5(5)P do EC8. Apresenta-se de seguida uma tabela com os respectivos valores dos coeficientes a adoptar em Portugal Continental.

**Tabela 8 - Coeficientes de importância  $\gamma_I$ .**

<b>Classe de importância</b>	<b>Ação Sísmica Tipo 1</b>	<b>Ação Sísmica Tipo 2</b>
I	0,65	0,75
II	1,00	1,00
III	1,45	1,25
IV	1,95	1,50

É possível comprovar que o coeficiente de importância para a classe atrás definida é de 1,00, para ambos os tipos de acção sísmica.

Sintetizam-se então, através das tabelas enunciadas anteriormente e do Anexo Nacional presente no EC8, os parâmetros mais relevantes para a definição do espectro de resposta de dimensionamento na seguinte tabela:

**Tabela 9 - Resumo dos valores que definem o espectro de resposta horizontal.**

<b>Acção Sísmica</b>	<b><math>a_{gR}</math> [m/s<sup>2</sup>]</b>	<b><math>a_g</math> [m/s<sup>2</sup>]</b>	<b>S</b>	<b><math>T_B</math> [s]</b>	<b><math>T_C</math> [s]</b>	<b><math>T_D</math> [s]</b>
Tipo 1.3	1,50	1,50	1,50	0,10	0,60	2,00
Tipo 2.3	1,70	1,70	1,46	0,10	0,25	2,00

A fim de evitar uma análise estrutural não elástica explícita, deve ser tida em consideração a capacidade de dissipação de energia da estrutura obtida pelo comportamento dúctil dos seus elementos, efectuando-se assim, uma análise elástica baseada num espectro de resposta reduzido em relação ao de resposta elástica, denominado este último de “espectro de cálculo”. Esta redução é feita utilizando o coeficiente de comportamento  $q$ .

O valor de  $q$  para acções sísmicas horizontais, é determinado de forma aproximada com base nos valores definidos no EC8, os quais dependem do tipo de sistema estrutural, da classe de ductilidade da estrutura e da sua regularidade em altura. Estes critérios encontram-se, assim como o coeficiente de comportamento, definidos no capítulo “4 – *Princípios de Dimensionamento segundo o EC8*”, uma vez que este coeficiente implica um estudo mais cuidadoso em termos sísmicos.

### **3.3 Acções Acidentais**

As acções acidentais são as que correspondem a acções de curta duração e com baixa probabilidade de ocorrência. São exemplos destas acções explosões, choques de veículos ou até mesmo enchentes. Dada a sua baixa possibilidade de ocorrência no período de vida útil da estrutura, estas acções não foram consideradas para o dimensionamento do edifício em estudo.

### **3.4 Combinação de Acções**

Para que uma estrutura garanta a resistência necessária às acções que nela actuam, deve não só resistir a estas singularmente, como também à sua combinação, com vista a englobar as diferentes possibilidades de ocorrência simultânea.

Para combinar as acções anteriormente mencionadas, recorreu-se aos critérios existentes no EC0, quer para Estados Limites Últimos (ELU), quer para Estados Limites de Serviço (ELS). São a seguir apresentadas as combinações consideradas no dimensionamento do edifício em estudo:

- *ELU – Combinação fundamental (art.º 6.4.3.2 – EC0)*

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (3.5)$$

- *ELU – Combinação para a situação de projecto sísmica (art.º 6.4.3.4 – EC0)*

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i \geq 1 \quad (3.6)$$

- *ELS – Combinação característica (art.º 6.5.3 (a) – EC0)*

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (3.7)$$

- *ELS – Combinação frequente (art.º 6.5.3 (b) – EC0)*

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (3.8)$$

- *ELS – Combinação quase-permanente (art.º 6.5.3 (c) – EC0)*

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i \geq 1 \quad (3.9)$$

Em que:

- $E_d$  – Valor de dimensionamento para o efeito de uma acção;
- $G_k$  – Valor característico de uma acção permanente;
- $Q_{k,i}$  – Valor característico de uma acção variável;
- $Q_{k,1}$  – Valor característico de uma acção variável base;
- $\gamma_G$  – Coeficiente parcial para as acções permanentes;
- $\gamma_Q$  – Coeficiente parcial para as acções variáveis;
- $\psi_0$  – Coeficiente de combinação para as acções variáveis;
- $\psi_1$  – Coeficiente de combinação frequente para as acções variáveis;
- $\psi_2$  – Coeficiente de combinação quase-permanente para as acções variáveis;
- $A_{Ed}$  – Valor de cálculo para a acção sísmica ( $A_{Ed} = \gamma_I \cdot A_{Ek}$ );
  - $\gamma_I$  – Coeficiente de importância;

- $A_{Ek}$  – Valor característico da acção sísmica;
- " + " – Significa “a combinar com”;
- $\Sigma$  – Significa “o efeito combinado de”.

Os coeficientes parciais foram definidos segundo a tabela A1.2(B) do EC0:

**Tabela 10 - Coeficientes parciais.**

$\gamma_G$	1,35
$\gamma_Q$	1,50

## **4 Princípios de Dimensionamento segundo o EC8**

Os sismos são um dos fenómenos naturais que mais risco trazem à integridade de uma estrutura. Assim, com o objectivo de condicionar e prever o comportamento de uma estrutura perante uma acção sísmica, devem ser tomados certos cuidados que garantam, principalmente, a protecção das vidas humanas, a limitação de danos estruturais e a operacionalidade de estruturas importantes para a protecção civil.

### **4.1 Princípios Básicos de Concepção Estrutural**

Para que uma estrutura satisfaça, com custos aceitáveis, os requisitos fundamentais enunciados anteriormente no capítulo “3.2.2.1.1 – *Requisitos Fundamentais de Desempenho de uma Estrutura*”, deve reger-se, desde a sua concepção, pelos seguintes princípios:

- Simplicidade Estrutural;
- Uniformidade, simetria e redundância da estrutura;
- Resistência e rigidez nas duas direcções;
- Resistência e rigidez à torção;
- Acção diafragma ao nível dos pisos;
- Fundação adequada.

Estes princípios, enunciados no art.º 4.2.1 do EC8, visam essencialmente prever o comportamento sísmico da estrutura, permitindo redistribuir favoravelmente os esforços e dissipar a energia distribuída por todo o conjunto estrutural, evitar a ocorrência de zonas sensíveis onde se deem concentrações de tensões, resistir às acções horizontais em qualquer direcção, minimizar as consequências da acção sísmica, limitar os deslocamentos excessivos, garantir a ligação eficaz entre a estrutura vertical e horizontal e ainda assegurar uma excitação sísmica uniforme de todo edifício.

### **4.2 Elementos Sísmicos Primários e Secundários**

O EC8, no art.º 4.2.2, distingue os elementos verticais em termos sísmicos como primários e secundários. Os elementos classificados como primários, são aqueles que fazem parte do sistema estrutural que resiste às acções sísmicas, enquanto que nos elementos secundários essa resistência e rigidez deve ser desprezada. No entanto, os elementos secundários e as suas ligações devem ser dimensionados de modo a que a segurança seja garantida, quando sujeitos aos deslocamentos do projecto para a acção sísmica mais desfavorável.

No edifício em estudo não foram considerados elementos sísmicos secundários, de modo a garantir que todos os elementos resistem à acção sísmica de projecto.

### **4.3 Classificação dos Sistemas Estruturais**

Os edifícios de betão são classificados quanto ao seu sistema estrutural consoante o seu comportamento sob as acções sísmicas horizontais. Poderão ainda ser classificados segundo dois tipos de sistemas segundo duas direcções horizontais, à excepção dos sistemas torsionalmente flexíveis. Encontram-se definidos no art.º 5.1.2 do EC8 os vários tipos de sistemas estruturais previstos no projecto sísmico de um edifício.

### **4.4 Classes de Ductilidade**

O EC8 distingue no art.º 5.2.1 três classes de ductilidade diferentes:

- Classe de Ductilidade Baixa – DCL (Ductility Class Low);
- Classe de Ductilidade Média – DCM (Ductility Class Medium);
- Classe de Ductilidade Alta – DCH (Ductility Class High).

Na classe DCL, recomendada apenas nos casos de baixa sismicidade, encontram-se as estruturas dimensionadas em regime elástico, em que a sua resistência à acção sísmica é efectuada apenas pela capacidade resistente dos elementos, não tendo em consideração a sua capacidade de dissipação de energia.

A classe DCM corresponde a estruturas para as quais o seu projecto, dimensionamento e pormenorização está de acordo com as disposições do projecto de resistência aos sismos, possibilitando que a resposta da estrutura se desenvolva em regime não elástico sem a ocorrência de roturas frágeis.

Por fim, a Classe DCH caracteriza estruturas projectadas, dimensionadas e pormenorizadas com critérios que garantem altos níveis de plasticidade, através de uma análise mais minuciosa quando comparada com a classe DCM.

#### **4.4.1 Classe de Ductilidade DCM**

Uma vez que os elementos que constituem a estrutura do edifício vão ser dimensionados para a classe de ductilidade média, torna-se essencial analisar os processos de dimensionamento para as estruturas desta classe. O conjunto de requisitos para a classe DCM encontra-se no art.º 5.4 do EC8.

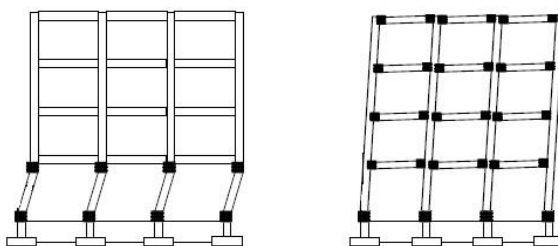


#### 4.4.1.1 Dimensionamento

O dimensionamento de uma estrutura que não se encontre numa zona de sismicidade baixa e permaneça em regime elástico durante a acção sísmica de projecto, resulta em elementos estruturais com dimensões superiores às realmente necessárias e consequentemente, em custos económicos mais elevados. Torna-se assim muito importante saber tirar proveito do comportamento não linear de uma estrutura perante a acção sísmica, desde que asseguradas as suas deformações inelásticas, ou seja, não comprometendo, de todo, a integridade da estrutura e dos seus elementos. Estas deformações inelásticas ajudam a dissipar a energia absorvida pela estrutura devido ao sismo e localizam-se normalmente nas chamadas “zonas críticas”. Deste modo, estas zonas devem ser adequadamente pormenorizadas, de maneira a que seja garantida a ductilidade necessária para estas deformações.

Infelizmente, pelos mais diversos motivos, não é possível prever o comportamento que uma estrutura terá durante toda a sua vida útil. No entanto, adoptando um dimensionamento em termos de capacidade real, “*capacity design*”, é possível prever o comportamento de uma estrutura perante um sismo. Impondo valores de ductilidade maiores em zonas críticas, onde se pretende a formação de rótulas plásticas, é possível garantir que nessas zonas a estrutura tenha uma capacidade de deformação superior para além da cedência. De maneira a garantir que estas rótulas plásticas dissipam energia de uma maneira estável durante a ocorrência de um sismo, é importante garantir que estas se formam em flexão com cedência das armaduras. No entanto, após a cedência destas armaduras dá-se uma redução significativa de ductilidade, podendo ocorrer uma rotura frágil, por esforço transversal, que pode originar uma repentina transmissão de esforços elevados aos outros elementos da estrutura e levar, consequentemente, ao seu colapso. Deve, portanto, garantir-se que as armaduras de esforço transversal se mantêm em regime elástico, dimensionando as zonas críticas para as forças de corte máximas que se poderão desenvolver nestas zonas. Este princípio, para a classe DCM, é abordado no art.º 5.4.2.1 do EC8, onde se encontram definidos os vários processos para a determinação dos valores de cálculo do esforço transversal dos elementos sísmicos primários.

Para que a estrutura tenha uma boa capacidade de dissipação de energia é necessária a formação do maior número possível de rótulas plásticas. Deste modo, é objectivo do projectista que as rótulas plásticas se formem nas vigas junto aos nós viga-pilar, zona de momentos máximos, tal como ilustra a seguinte figura, e não nos pilares:



**Figura 4 - Mecanismo com 8 vs. mecanismo com 28 rótulas plásticas (lado direito).**

#### 4.4.1.2 Materiais

Analisando o art.º 5.4.1.1 do EC8, verifica-se que os requisitos relativos aos materiais para a classe DCM nos elementos sísmicos primários são os seguintes:

- Betão de classe superior a C16/20;
- Nas zonas críticas é apenas permitido o uso de varões nervurados na armadura, excepto para estribos fechados e ganchos;
- Nas zonas críticas devem ser utilizados aços da classe B ou C.

#### 4.4.1.3 Restrições Geométricas

É referido no art.º 5.4.1.2.1(2)P do EC8, que devem ser tidas em consideração medidas para reduzir os desvios geométricos, que podem influenciar a resistência dos elementos constituintes de uma estrutura. Deste modo, nas estruturas projectadas para a classe DCM, as restrições geométricas relevantes para o edifício em estudo são as seguintes:

- Vigas (art.º 5.4.1.2.1 do EC8)

Com vista a permitir uma transmissão eficaz de momentos cíclicos entre vigas e pilares, deve limitar-se a excentricidade do eixo da viga em relação ao pilar a que conflui para uma dimensão inferior a  $b_c/4$ , em que  $b_c$  representa a maior dimensão em planta do pilar perpendicular ao eixo longitudinal da viga.

Esta condição, nos pisos elevados, não foi possível verificar nos nós dos pilares P9 e P34, devido às condições impostas pela solução arquitectónica. Nos pisos enterrados, a verificação desta condição não se revela necessária, uma vez que o art.º 5.8.1(5) do EC8 refere que se admite, para o tipo de solução estrutural deste edifício nestes pisos, que os pilares e vigas, incluindo os da cobertura da cave, se mantêm em regime elástico durante a actuação do sismo, podendo portanto ser projectados de acordo com 5.3.2(1)P do EC8, que menciona que estes elementos podem ser projectados de acordo com a EN 1992-1-1:2004 (EC2).

Por outro lado, com o objectivo de tirar partido do efeito favorável da compressão de um pilar na aderência dos varões horizontais que atravessam o seu nó, deve ser satisfeita a seguinte largura da viga sísmica primária confluyente ao nó:

$$b_w \leq \min\{b_c + h_w ; 2b_c\} \quad (4.1)$$

Em que:

- $b_w$  – Largura da viga;
- $b_c$  – Maior dimensão em planta do pilar perpendicular ao eixo longitudinal da viga;
- $h_w$  – Altura da viga.

Esta condição é verificada em todas as vigas sísmicas primárias.

- Pilares (art.º 5.4.1.2.2 do EC8)

Caso o coeficiente de sensibilidade ao deslocamento relativo entre pisos  $\theta$ , definido no art.º 4.4.2.2 do EC8, seja superior 0,10, as dimensões da secção transversal dos pilares não devem ser inferiores a um décimo da maior distância entre o seu ponto de inflexão e as suas extremidades, para a flexão num plano paralelo à dimensão considerada.

Este coeficiente, como demonstrado detalhadamente no capítulo “7.7 – Efeitos de 2ª Ordem”, é inferior a 0,10, verificando assim a condição acima descrita.

- Paredes dúcteis (art.º 5.4.1.2.3 do EC8)

Deverá ser satisfeita a seguinte expressão referente à espessura da alma de uma parede dúctil:

$$b_{wo} \geq \max\{0,15 ; h_s/20\} \quad (4.2)$$

Em que:

- $b_{wo}$  – Espessura da alma da parede (em metros);
- $h_s$  – Altura livre do piso (em metros).

Para as partes confinadas da secção da parede, elementos de extremidade, devem ainda ser satisfeitos os critérios referidos no art.º 5.4.3.4.2(10) do EC8 que são os seguintes:

$$b_w \geq 200 \text{ mm} \quad (4.3)$$

$$l_c \geq h_s/15 \quad \text{se} \quad l_c \leq \max\{2b_w ; 0,2l_w ; b_w\} \quad (4.4)$$

$$l_c \geq h_s/10 \quad \text{se} \quad l_c > \max\{2b_w ; 0,2l_w ; b_w\} \quad (4.5)$$

Sendo:

- $b_w$  – Espessura da parte confinada;
- $l_w$  – Comprimento da secção transversal da parede;

- $l_c$  – Comprimento da parte confinada;
- $h_s$  – Altura do piso.

Estas condições são verificadas em todas as paredes estruturais.

## 4.5 Critérios de Regularidade Estrutural

Existindo a possibilidade de analisar e reconhecer os danos ocorridos nos edifícios para uma dada acção sísmica, constata-se que a regularidade estrutural influencia bastante a capacidade resistente aos sismos de uma estrutura. Esta análise resulta num conjunto de critérios definidos no EC8, que definem uma estrutura como regular ou irregular, tanto em planta como em altura.

### 4.5.1 Regularidade em Planta

Para considerar um edifício regular em planta, o EC8 estabelece no art.º 4.2.3.2 que devem ser respeitadas todas as seguintes prescrições:

- A estrutura de um edifício deve ser aproximadamente simétrica em planta em relação a dois eixos ortogonais, no que se refere à rigidez lateral e distribuição de massas;
- A configuração em planta deve ser compacta, ou seja, em cada piso deve ser delimitada por uma linha poligonal convexa. Caso existam recuos em relação a essa linha, a regularidade em planta só é assegurada caso estes não comprometam a rigidez do piso no plano e se, para cada recuo, a área entre o contorno do piso e a linha poligonal convexa que o envolve não for superior a 5% da área do piso;
- O funcionamento de cada piso como um diafragma rígido deve ser garantido, na medida em que a rigidez no plano do piso dos elementos horizontais seja suficientemente grande, quando comparada com a dos elementos verticais, de maneira a que a deformação do piso tenha um efeito reduzido na distribuição das forças entre os elementos;
- A esbelteza  $\lambda = L_{max}/L_{min}$  do edifício não deve ser superior a 4, em que  $L_{max}$  e  $L_{min}$  são a maior e menor dimensão do edifício em planta, respectivamente, medidas em direcções ortogonais;
- A excentricidade estrutural  $e_o$  e o raio de torção  $r$  devem verificar, para as direcções  $x$  e  $y$ , as duas condições a seguir apresentadas (definidas neste caso segundo  $y$ ):

$$e_{ox} \leq 0,30 \cdot r_x \quad (4.6)$$

$$r_x \geq l_s \quad (4.7)$$

Em que:

- $e_{ox}$  – Distância entre o centro de rigidez e o centro de gravidade segundo  $x$ , ou seja, perpendicularmente à direcção de cálculo considerada;
- $r_x$  – Raio de torção segundo  $x$ , ou seja, raiz quadrada da relação entre a rigidez de torção e a rigidez lateral na direcção  $y$ ;
- $I_s$  – Raio de giração da massa do piso em planta, igual à raiz quadrada do rácio entre o momento polar de inércia da massa no plano do piso, relativamente ao centro de massa do piso, com a massa do piso.

#### 4.5.2 Regularidade em Altura

Relativamente à regularidade em altura, para que um edifício possa ser classificado como regular o EC8 define no art.º 4.2.3.3 os seguintes critérios:

- O seu sistema de resistência às acções laterais, como núcleos, paredes estruturais ou pórticos, deverá ser contínuo desde a sua fundação até ao topo do edifício;
- A massa e rigidez de cada piso devem ser constantes ou diminuir gradualmente, sem alterações bruscas, desde a base do edifício até ao seu topo;
- Em edifícios com estrutura porticada, a relação entre a resistência que o piso oferece e a resistência requerida, não deve variar desproporcionalmente;
- Se a construção apresentar recuos devem ser cumpridas as seguintes condições:
  - Caso os recuos sejam sucessivos e mantenham uma simetria axial, o recuo em qualquer piso não pode ser superior a 20% da dimensão em planta do piso inferior na sua direcção;
  - Caso exista apenas um recuo localizado nos 15% inferiores da altura total da estrutura, este não deve ser superior a 50% da dimensão em planta do piso inferior. Neste caso, a estrutura da zona inferior, que esteja dentro do perímetro dos pisos superiores da projecção vertical, deve estar calculada para resistir a pelo menos 75% da força horizontal que se desenvolveria nessa zona de um edifício semelhante sem alargamento da base.
  - Caso os recuos não sejam simétricos, a sua soma, em cada lado, em todos pisos não deve ser superior a 30% da dimensão em planta ao nível do piso de fundação ou acima do nível superior de uma cave rígida (piso térreo), e cada recuo não deverá ser superior a 10% da dimensão em planta do piso inferior.

## 4.6 Coeficiente de Comportamento

Como definido no art.º 3.2.2.5 (3)P, o coeficiente de comportamento ( $q$ ) é uma aproximação da razão entre as forças sísmicas aplicadas numa estrutura, considerando a sua resposta completamente elástica, com 5% de amortecimento viscoso, e as forças sísmicas que serão adoptadas no projecto, com um modelo de análise elástica convencional, que devem assegurar uma boa resposta da estrutura e correspondam a um comportamento não linear. Relaciona assim, a força máxima considerando uma resposta linear com a força máxima considerando uma resposta não linear, ou seja, transforma os resultados obtidos numa análise linear nos que se obteriam numa análise não linear. Este coeficiente é obtido através da seguinte expressão:

$$q = q_0 k_w \geq 1,5 \quad (4.8)$$

Em que:

- $q_0$  – Valor básico do coeficiente de comportamento, dependendo do tipo de sistema estrutural, classe de ductilidade e da regularidade em altura da estrutura;
- $k_w$  – Coeficiente que tem em consideração o modo de rotura predominante dos sistemas estruturais de paredes.

Os valores básicos de  $q_0$  para os vários tipos de estrutura, presentes no art.º 5.2.2.2 (2) do EC8, são os seguintes:

**Tabela 11 - Valores básicos do coeficiente de comportamento  $q_0$ .**

Tipo de Sistema Estrutural	Classe de Ductilidade	
	DCM	DCH
Sistema porticado, sistema misto, sistema de paredes acopladas	$3,0\alpha_u/\alpha_1$	$4,5\alpha_u/\alpha_1$
Sistema de paredes não acopladas	3,0	$4,0\alpha_u/\alpha_1$
Sistema torsionalmente flexível	2,0	3,0
Sistema de pêndulo invertido	1,5	2,0

No caso de edifícios não regulares em altura, o valor de  $q_0$  deve ser reduzido em 20%.

Os coeficientes  $\alpha_u$  e  $\alpha_1$  são definidos da seguinte forma:

- $\alpha_u$  – Valor multiplicador da acção sísmica de cálculo para a formação de um mecanismo de rotura da estrutura;
- $\alpha_1$  – Valor multiplicador da acção sísmica de cálculo que corresponde à formação da primeira rótula plástica num dos elementos estruturais.

Em relação ao quociente  $\alpha_u/\alpha_1$ , este representa o aumento da capacidade resistente da estrutura, devido à sua maior ou menor redundância. No art.º 5.2.2.2 (5) são propostos os valores aproximados da relação  $\alpha_u/\alpha_1$  para edifícios regulares em planta:

**Tabela 12 - Valores aproximados de  $\alpha_u/\alpha_1$  para edifícios regulares em planta.**

Tipo de Sistema Estrutural		Valor de $\alpha_u/\alpha_1$
Sistemas porticados ou sistemas mistos equivalentes a pórticos	Edifício de um piso	1,1
	Edifício de vários pisos, pórticos com um só tramo	1,2
	Edifício de vários pisos, pórticos ou sistemas mistos equivalentes a pórticos com vários tramos	1,3
Sistemas de paredes ou sistemas mistos equivalentes a paredes	Sistemas de paredes unicamente com duas paredes não acopladas em cada direcção horizontal	1,0
	Outros sistemas de paredes não acopladas	1,1
	Sistemas mistos equivalentes a paredes ou sistemas de paredes acopladas	1,2

No caso de edifícios não regulares em planta, a razão entre os dois coeficientes anteriormente referidos é calculada segundo o art.º 5.2.2.2 (6) do EC8, ou seja:

$$\alpha_u/\alpha_1 = \frac{1 + \left(\frac{\alpha_u}{\alpha_1}\right)_{Tabela\ 12}}{2} \quad (4.9)$$

Note-se que segundo o art.º 5.2.2.2 (8) o valor máximo que  $\alpha_u/\alpha_1$  pode atingir é de 1,5.

Relativamente ao valor do coeficiente  $k_w$ , referente ao modo de rotura predominante nos sistemas estruturais de paredes, deve ser considerado, segundo o art.º 5.2.2.2 (11)P do EC8, do modo que se segue:

- $k_w = 1,00$ , para sistemas porticados ou sistemas mistos equivalentes a pórticos;
- $k_w = (1 + \alpha_0)/3 \leq 1$ , mas não inferior a 0,5, para sistemas de paredes, sistemas equivalentes a paredes e sistemas torsionalmente flexíveis.

O valor de  $\alpha_0$ , referente à esbelteza predominante das paredes do sistema estrutural e considerando que as esbeltezas  $h_{wi}/l_{wi}$  de todas as paredes  $i$  de um sistema estrutural não diferem significativamente, pode ser calculado, segundo o art.º 5.2.2.2 (12) do EC8, a partir da seguinte expressão:

$$\alpha_0 = \sum h_{wi} / \sum l_{wi} \quad (4.10)$$

Sendo que:

- $h_{wi}$  – Altura total da parede  $i$ ;
- $l_{wi}$  – Comprimento da secção da parede  $i$ .



## 5 Pré-Dimensionamento

Uma vez estabelecida a solução estrutural, respectivas acções e materiais a utilizar, torna-se necessário efectuar um pré-dimensionamento dos elementos constituintes da estrutura. Este pré-dimensionamento tem como objectivo obter dimensões que seriam, idealmente, as definitivas dos elementos da estrutura, diminuindo as possibilidades de ocorrência de alterações inesperadas, no que à dimensão dos elementos diz respeito. De modo a facilitar a sua compreensão, o pré-dimensionamento foi dividido na ordem como, normalmente, é calculada uma estrutura de betão, isto porque os pesos próprios dos elementos variam consoante as suas dimensões. Ou seja, foi dividido em quatro partes:

- Lajes e Escadas;
- Vigas;
- Pilares e Paredes Estruturais;
- Muros de Suporte;
- Fundações.

As dimensões finais dos vários elementos estruturais encontram-se no Anexo 1.

### 5.1 Lajes e Escadas

O vão que condiciona a espessura das lajes é o menor de entre os vãos da laje. As regras de pré-dimensionamento utilizadas para a determinação da espessura foram:

$$e = \frac{L}{25 \text{ a } 30} \quad \text{se} \quad \frac{L_{maior}}{L_{menor}} > 2 \quad (5.1)$$

$$e = \frac{L}{30 \text{ a } 35} \quad \text{se} \quad \frac{L_{maior}}{L_{menor}} \leq 2 \quad (5.2)$$

Após a utilização das expressões anteriores, verificaram-se algumas diferenças nos valores obtidos para a espessura das lajes, sendo que, de maneira a homogeneizar a sua altura, foi escolhida a espessura de 0,20 m para todas as lajes, excepto a consola exterior, em que foi adoptado o valor de 0,28 m.

No caso das escadas, uma vez que estas se encontram apoiadas, foi apenas utilizada a expressão 5.1, sendo que, mais uma vez, de maneira a uniformizar a sua espessura com a das lajes, adoptou-se a espessura de 0,20 m para todas as escadas do edifício.

## 5.2 Vigas

A largura utilizada para as vigas, foi adoptada tendo em consideração os pilares que se encontram nos nós a que estas confluem. Deste modo, foi apenas necessário pré-dimensionar a sua altura, sendo que foram utilizadas as seguintes expressões:

$$h^2 = \frac{L}{6 a 10} \quad (5.3)$$

$$h^3 = \frac{L}{10 a 12} \quad (5.4)$$

Efectuado o pré-dimensionamento para todas as vigas, verificou-se que grande parte das vigas se encontravam com alturas próximas dos 0,50 m. Assim, mais uma vez com vista a homogeneizar os elementos estruturais, adoptou-se para todas as vigas a altura de 0,50 m, excepto em vigas que possuem envidraçados inferiormente com vãos consideráveis, em que a altura adoptada foi a necessária para alcançar o bordo superior destes.

## 5.3 Pilares e Paredes Estruturais

O pré-dimensionamento dos elementos verticais estruturais assume um papel de elevada importância na fase inicial de um projecto de estruturas, uma vez que os elementos verticais são os que mais interferem com o projecto de arquitectura, especialmente nos pisos térreos e enterrados. Foram inicialmente calculadas as áreas de influência de cada pilar, ou seja, as áreas de laje que serão sustentadas por cada elemento vertical. Devido à complexa geometria do edifício, nos pisos elevados foi efectuada uma análise individual para cada piso. Possuindo as áreas de influência respectivas a cada pilar foram, simplificaradamente, calculados os esforços a que estes estavam sujeitos para a combinação fundamental de acções verticais.

Obtidos os esforços axiais de cada um dos pilares, procedeu-se então à definição das secções dos pilares, tentando, uma vez mais, uniformizar e “encaixar” os pilares da melhor maneira, privilegiando a solução arquitectónica. Foi tido em consideração que, de acordo com o art.º 5.4.3.2.1 (3)P do EC8, o esforço axial normalizado nos elementos primários não deve ser superior a 0,65 no caso dos pilares e 0,40 no caso das paredes (art.º 5.4.3.4.1 (2) do EC8).

---

<sup>2</sup> Altura para o pré-dimensionamento de vigas em consola.

<sup>3</sup> Altura utilizada para o pré-dimensionamento de vigas apoiadas em pilares.

## 5.4 Muros de Contenção

No caso dos muros de suporte seguiu-se o proposto na arquitectura, ou seja, a sua espessura ficou com o valor de 0,30 m.

## 5.5 Fundações

Para garantir que o terreno tem condições suficientes para suportar as cargas que lhe são transmitidas, é necessário que a sua tensão admissível seja superior à tensão que lhe é imposta. Assim, como a solução de fundações adoptada foi de sapatas isoladas, a área mínima de sapata foi obtida pela seguinte expressão:

$$A_{min} \geq \frac{N_{pilar}}{\sigma_{adm}} \quad (5.3)$$

Sendo que o valor da tensão admissível  $\sigma_{adm}$  do terreno, corresponde a 0,20 MPa.

No caso das sapatas dos muros de contenção, de maneira a obter o esforço axial por metro linear de muro, foi calculado o esforço axial total ao longo de cada muro, tendo depois dividido este valor pelo respectivo comprimento.



## 6 Modelação da Estrutura

Devido, principalmente, à complexidade do cálculo manual dos vários elementos estruturais e das constantes alterações que uma estrutura sofre, é muito importante a utilização de uma ferramenta que permita não só a possibilidade de alteração da solução estrutural, mas também um rápido processamento de dados. Com o objectivo de obter uma análise estática e dinâmica da estrutura do edifício em estudo, recorreu-se então ao programa de cálculo de estruturas “*SAP2000 V16.0.0*”.

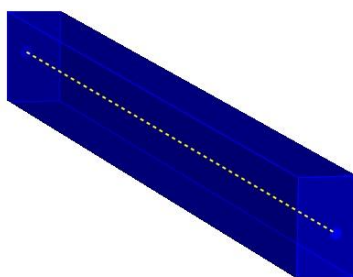
Neste capítulo serão brevemente apresentados os critérios adoptados para a discretização dos vários elementos constituintes de uma estrutura.

Note-se que a modelação adoptada procurou seguir as cláusulas do art.º 4.3.1 do EC8 que diz respeito à modelação da estrutura. É importante mencionar a cláusula (7) deste artigo (4.3.1 do EC8), que possibilita considerar, na falta de uma análise mais rigorosa dos elementos fendilhados, que as propriedades de rigidez elástica de flexão e de esforço transversal dos elementos de betão e de alvenaria são iguais a metade da rigidez correspondente dos elementos não fendilhados. Assim, foi considerada nos elementos primários da estrutura a sua inércia reduzida a 50%.

De referir também a cláusula (8) deste artigo (4.3.1 do EC8), que menciona a consideração da contribuição das paredes de enchimento no modelo estrutural e remete o art.º 4.3.6 do EC8 para tal consideração. Este último artigo refere, na cláusula 4.3.6 (2), que para sistemas de paredes da classe DCM, o EC8 apenas sugere que estas sejam consideradas, não sendo obrigatório. Assim, devido à complexidade que advém da sua consideração, os enchimentos de alvenaria não foram considerados no modelo.

### 6.1 Pilares e Vigas

Os pilares e vigas existentes na estrutura foram simulados no modelo como elementos de barra (*frame*). Estes consistem num elemento finito de dois nós, inicial e final, com seis graus de liberdade cada, três de translação e três de rotação.



**Figura 5 - Elemento finito de barra (frame).**

## 6.2 Lajes e Muros de Contenção

Para simular as lajes e muros de contenção foram utilizados elementos finitos de laje (*shell*) de três e quatro nós, tendo cada nó também seis graus de liberdade. Dentro dos elementos *shell* existem dois tipos diferentes: os elementos finos (*thin*) e espessos (*thick*). Optou-se pela escolha dos elementos *thin* baseados na teoria de Kirchhoff, onde não é considerado o efeito de deformabilidade por esforço transversal.

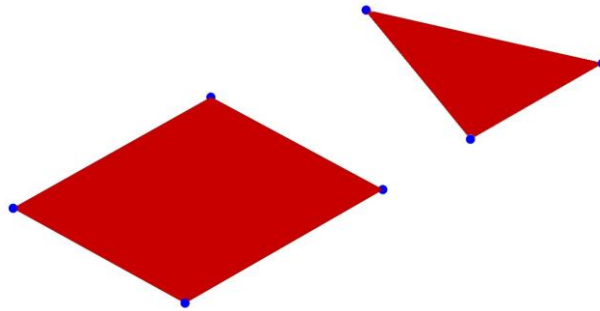


Figura 6 - Elementos de laje com os respectivos nós a azul.

As dimensões dos elementos de laje foram de  $0,8 \times 0,8 \text{ m}^2$ , sendo que variam com a sua adaptação ao modelo, daí a necessidade de utilizar elementos com três nós nalguns casos.

## 6.3 Núcleos de Elevador

Existem várias teorias no que respeita à modelação de núcleos de elevador, sendo que neste caso a sua simulação foi efectuada através de três elementos barra. Estes elementos verticais, para além de simularem as características geométricas das suas paredes constituintes, garantem também as capacidades resistentes dos núcleos de elevador.

De modo a assegurar a compatibilização dos deslocamentos dos elementos do núcleo e elementos de laje (*shell*) adjacentes, foram criadas ligações rígidas (*constraints*) ao nível de todos os nós coincidentes com as paredes do núcleo de elevador.

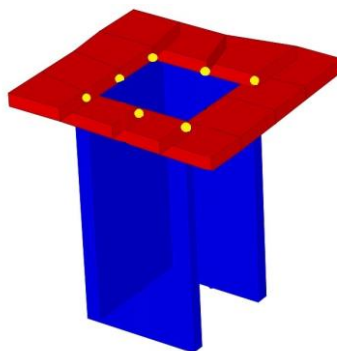


Figura 7 - Núcleo de elevador(azul) com elementos shell(vermelho) e respectivo constraint(amarelo).

## 6.4 Condições de Fundação

Para as fundações, foi admitido que os esforços nos elementos verticais são transmitidos ao terreno de fundação através de sapatas rígidas. Para simular este comportamento, no modelo de cálculo foram criados apoios fixos em todos os nós inferiores dos muros, escadas e elementos verticais. Estes apoios bloqueiam os três graus de liberdade das translações e libertam os das rotações.

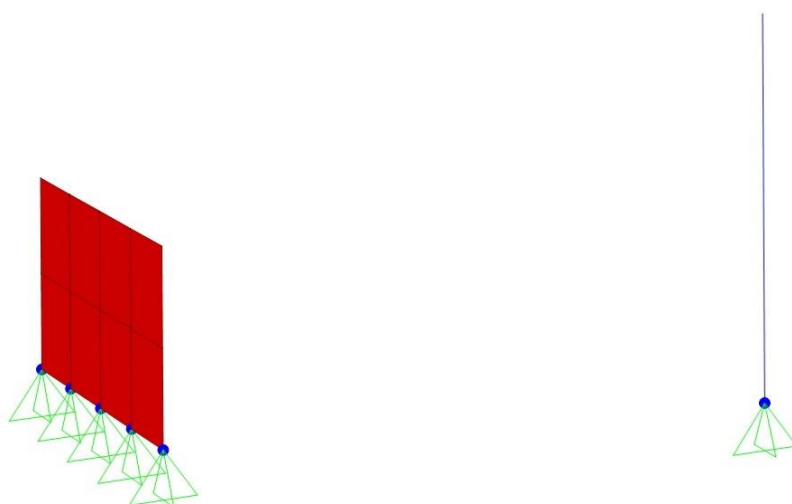


Figura 8 - Apoios fixos nos elementos shell do muro (esquerda) e num elemento vertical (direita).

## 6.5 Acções

### 6.5.1 Cargas nos Pavimentos

As cargas permanentes e sobrecargas consideradas foram simuladas no modelo como cargas uniformemente distribuídas nos respectivos elementos *shell*.

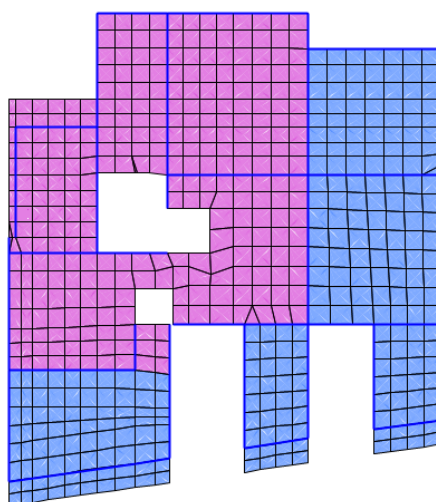


Figura 9 - Sobrecargas do piso (roxo) e das coberturas (azul) do segundo piso.

### 6.5.2 Cargas Distribuídas em “faca”

As cargas distribuídas em “faca” foram utilizadas para simular cargas que se encontravam sobre as vigas ou sobre os muros de contenção, como é o caso das paredes de alvenaria. No caso dos muros, como estes não são elementos barra, foram criados elementos barra fictícios sobre os quais foram colocadas as respectivas cargas. Estes elementos fictícios, de modo a não afectarem o cálculo estrutural, foram criados com rigidezes muito baixas, não tendo qualquer influência na rigidez ou peso da estrutura.

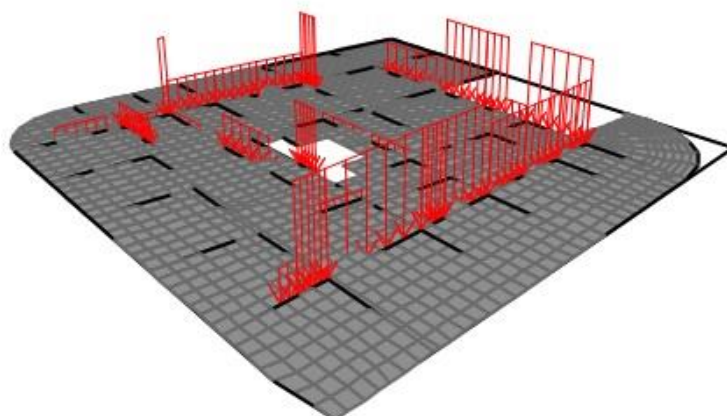


Figura 10 - Cargas de "faca" consideradas no piso térreo.

### 6.5.3 Impulsos do Terreno

As cargas que advêm dos impulsos do terreno foram simuladas no modelo através de uma carga triangular aplicada nos elementos de casca constituintes dos muros de contenção. Para a simulação da sobrecarga nos arruamentos na periferia dos muros, foi considerada uma distribuição uniforme.

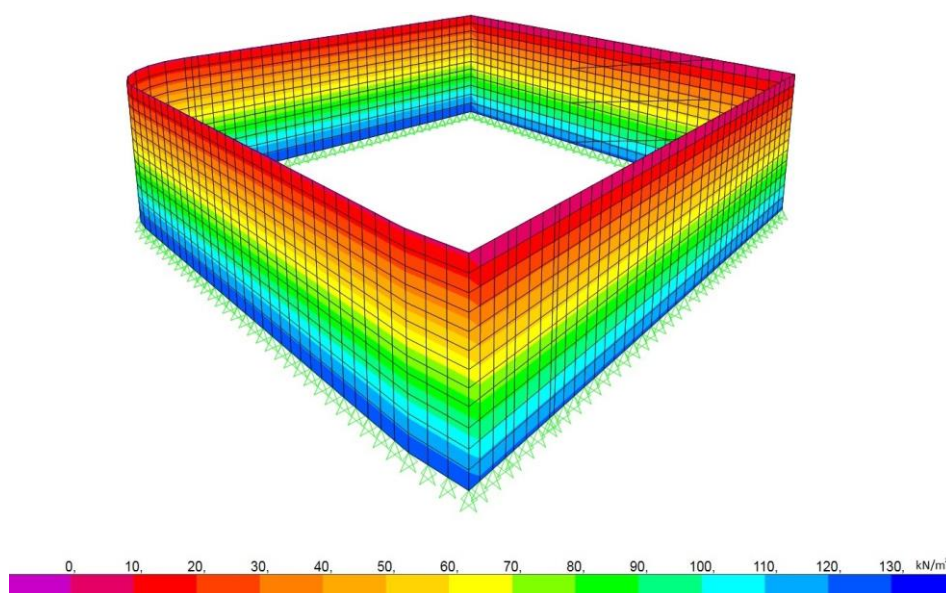


Figura 11 - Distribuição dos impulsos do terreno no muro de contenção.



#### **6.5.4 Acção Sísmica**

Uma vez inseridos os espectros de resposta de cálculo referidos anteriormente, foram criadas duas análises espectrais segundo as duas direcções ortogonais consideradas,  $x$  e  $y$ . De acordo com o art.º 4.3.3.5.1 (2) do EC8, devem ser considerados os sismos a actuar simultaneamente nas duas direcções ortogonais consideradas, com a mesma intensidade. Foi assim aplicado o coeficiente de 1,00 para as duas direcções horizontais consideradas. Resultaram 2 análises espectrais, sendo uma para o sismo do tipo I e outra para o sismo do tipo II.

A combinação modal utilizada foi a CQC (Combinação Quadrática Completa), uma vez que esta é mais indicada para a uma análise tridimensional com frequências de vibração próximas, considerando o efeito da correlação entre as respostas dos vários modos. Já para a combinação direcciona, foi utilizada a combinação RQSQ (Raiz Quadrada da Soma dos Quadrados).

#### **6.6 Validação do Modelo**

Os programas de cálculo automático vieram reduzir em muito o trabalho anteriormente realizado por um engenheiro de estruturas e é devido a estes, que os cálculos que antigamente eram efectuados em dias, são hoje efectuados em segundos. No entanto, é necessário que o seu utilizador saiba detectar quando estes fornecem resultados adulterados devido a possíveis erros na modelação, ou mesmo na simples utilização do programa.

Torna-se assim essencial uma validação do modelo, confirmando e analisando, não só os dados inseridos no programa, como a geometria do modelo e também os esforços e deformadas obtidas com este.



## 7 Efeitos da Acção Sísmica

Para contabilizar os efeitos da acção sísmica é necessário proceder à quantificação do espectro de resposta de cálculo utilizado no modelo estrutural. Para tal, procedeu-se nos seguintes subcapítulos a uma caracterização dinâmica da estrutura do edifício em estudo.

Apesar da simulação do sismo ser efectuada para toda a estrutura do edifício é importante referir que para os aspectos relativos à classificação da estrutura na análise dinâmica, apenas foram contabilizados os pisos elevados, uma vez que estes são os mais afectados pelo sismo.

De referir que o dimensionamento de uma estrutura consiste num processo iterativo, o que pode dar origem a alterações nos seus elementos constituintes e consequentemente no seu “redimensionamento”.

Os cálculos a seguir apresentados dizem respeito aos cálculos finais do coeficiente de comportamento, que é utilizado na obtenção do espectro de resposta de cálculo.

### 7.1 Rigidez de Torção Mínima

Antes de se proceder ao cálculo do coeficiente de comportamento é necessário calcular o tipo de sistema estrutural do edifício. Analisando o art.º 5.2.2.1 (4)P do EC8, verifica-se que um sistema estrutural do tipo porticado, misto ou de paredes de ambos os tipos, deve possuir uma rigidez de torção mínima que satisfaça a expressão (4.7) do presente trabalho. Ou seja, para cada nível e segundo as direcções  $x$  e  $y$ , o raio de torção não deve ser inferior ao raio de giração do piso em planta.

A expressão utilizada para o cálculo do raio de giração ( $l_s$ ) é a seguinte:

$$l_s = \sqrt{\frac{I_{pCM}}{m}} \quad (7.1)$$

Sendo:

- $I_{pCM}$  – Momento polar de inércia da massa do piso em planta em relação ao centro de gravidade do piso;
- $m$  – Massa do piso.

Tendo por base um elemento de massa  $m$  e recorrendo ao conceito de continuidade, que se baseia na aplicação do cálculo integral, o momento de inércia de todos os pontos constituintes de um dado elemento contínuo, é dado por:

$$I = \int_M r^2 dm \quad (7.3)$$

Em que  $r$ , representa a distância do elemento de massa  $dm$ , ao eixo de referência. Contudo, através do conceito de massa volúmica, os elementos de massa podem passar a elementos de volume:

$$\rho = \frac{dm}{dv} \Leftrightarrow dm = \rho dv \quad (7.4)$$

Como  $r^2 = x^2 + y^2$ , o momento de inércia relativamente ao eixo perpendicular ao piso em planta,  $z$ , é:

$$I_z = \int (x^2 + y^2) \rho dv \quad (7.5)$$

Se considerarmos agora a sua perpendicularidade em relação aos eixos ortogonais,  $x$  e  $y$ , na planta do piso temos que  $I_x = \int y^2 \rho dv$  e  $I_y = \int x^2 \rho dv$ , uma vez que a terceira dimensão  $z$  apresenta um desenvolvimento muito reduzido quando comparada com as outras. Ou seja, conclui-se que o momento de inércia relativamente a um eixo perpendicular a uma placa é dado pela soma dos momentos de inércia relativos aos eixos perpendiculares assentes sobre o piso em planta (*Teoria dos Eixos Perpendiculares*).

O momento de inércia polar, ou momento polar de inércia, é aquele que é dado pela soma dos momentos de inércia de uma dada superfície plana, em relação a dois eixos ortogonais, centrados num dado ponto de referência:

$$I_o = I_x + I_y \quad (7.6)$$

Então podemos concluir que, admitindo uma distribuição de massas uniformemente distribuídas ao longo do piso, para um elemento de massa  $m$ :

$$I_z = \int y^2 \rho dv + \int x^2 \rho dv = \rho \times (I_x + I_y) \quad (7.7)$$

$$I_{pCM} = \rho \times (I_{xCM} + I_{yCM}) \quad (7.8)$$

O cálculo da massa do piso pode ser realizado considerando um piso aproximadamente rectangular, ou seja:

$$m = \rho \times a \times b \quad (7.9)$$

Em que:

- $a$  e  $b$  – Representam as dimensões em planta do piso;
- $\rho$  – Massa por metro quadrado de piso;

Sendo assim, o cálculo do raio de giração pode ser simplificado obtido por:

$$l_s = \sqrt{\frac{\rho \times (I_{xCM} + I_{yCM})}{\rho \times a \times b}} = \sqrt{\frac{I_{xCM} + I_{yCM}}{A}} \quad (7.10)$$

Em que  $A$  representa a área do piso em estudo.

Obtiveram-se então os seguintes valores para os raios de giração de cada nível:

**Tabela 13 - Raio de Giração.**

Laje	$l_s$
Cobertura	5,77
Piso 2	8,12
Piso 1	9,34

O raio de torção ( $r_i$ ) foi calculado através da raiz quadrada entre a rigidez de torção ( $K_\theta$ ) e a rigidez de translação ( $K_j$ ). Como a rigidez de translação depende da direcção em análise, apresentam-se as duas expressões referentes às duas direcções consideradas:

$$r_x = \sqrt{\frac{K_\theta}{K_y}} \quad (7.11)$$

$$r_y = \sqrt{\frac{K_\theta}{K_x}} \quad (7.12)$$

Com:

$$K_x = \sum_{i=1}^n K_{xi} \quad (7.13)$$

$$K_y = \sum_{i=1}^n K_{yi} \quad (7.14)$$

$$K_\theta = \sum_{i=1}^n K_{xi} \cdot Y_i^2 + \sum_{i=1}^n K_{yi} \cdot X_i^2 \quad (7.15)$$

Em que:

- $K_x$  – Rigidez à translação segundo  $x$ , ou seja, força que é necessária aplicar na direcção  $x$  para que ocorra um deslocamento unitário nesta mesma direcção;
- $K_y$  – Rigidez à translação segundo  $y$ , ou seja, força que é necessária aplicar na direcção  $y$  para que ocorra um deslocamento unitário nesta mesma direcção;
- $K_\theta$  – Rigidez de torção segundo  $z$ , ou seja, momento no plano do piso que é necessário aplicar para que ocorra uma rotação unitária em torno do centro de rigidez;
- $X_i = x_i - x_{CR}$  – Distância segundo  $x$  do elemento  $i$  ao centro de rigidez no plano do piso;
- $Y_i = y_i - y_{CR}$  – Distância segundo  $y$  do elemento  $i$  ao centro de rigidez no plano do piso.

Ou seja, é necessário calcular previamente o centro de rigidez do piso em análise. O centro de rigidez define-se como o ponto do piso onde deve actuar a resultante das acções horizontais para que o piso sofra apenas um deslocamento de translação e a sua posição, segundo os eixos  $x$  e  $y$ , pode ser obtida pelas seguintes expressões:

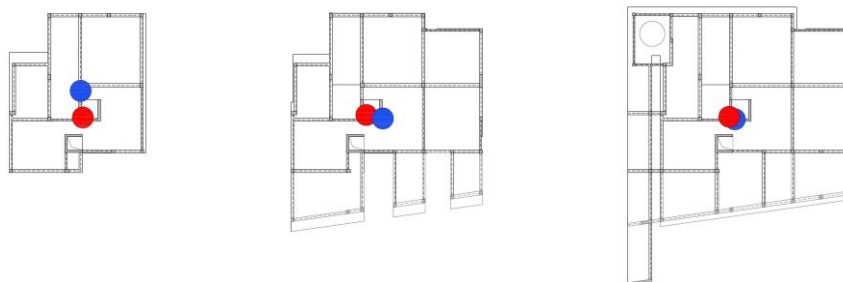
$$x_{CR} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{yi} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n K_{yi}} \quad (7.16)$$

$$y_{CR} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{xi} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n K_{xi}} \quad (7.17)$$

Os cálculos referentes ao centro de rigidez e de massas dos pisos elevados encontram-se no Anexo 2, sendo que os valores obtidos para estes e suas respectivas excentricidades foram os seguintes:

**Tabela 14 - Centros de rigidez e de massa e respectivas excentricidades dos pisos elevados.**

Piso	$x_{cr}$ [m]	$y_{cr}$ [m]	$x_{cm}$ [m]	$y_{cm}$ [m]	$e_{ox}$ [m]	$e_{oy}$ [m]
Cobertura	234,66	27,99	234,45	30,74	0,21	2,75
Piso 2	234,91	28,25	236,65	27,95	1,74	0,30
Piso 1	234,17	28,20	235,02	27,90	0,85	0,30



**Figura 12 - Centros de massa (Azul) e de Rigidez (Vermelho) da Cobertura (esquerda), do piso 2 (centro) e do piso 1 (direita).**

O centro de rigidez de um piso encontra-se sempre mais próximo da zona de maior rigidez do respectivo piso em análise. Como podemos verificar, nos três pisos elevados, os centros de rigidez encontram-se muito próximos dos núcleos de elevadores, o que seria de esperar pois é a zona onde se encontram os elementos verticais mais rígidos dos pisos elevados.

Com o centro de rigidez de cada piso definido procede-se então ao cálculo dos valores da rigidez de translação e de rotação utilizando a seguinte equação:

$$F = K \times u \quad (7.18)$$

Sendo:

- $F$  – Força de translação ou rotação aplicada;
- $K$  – Rigidez de translação ou torção;
- $u$  – Deslocamento de translação ou rotação.

Através do programa “SAP2000”, para um determinado piso, esta equação permite, através da aplicação de uma força no centro de rigidez do piso em estudo, obter o seu consequente deslocamento. Tendo o deslocamento  $u$  do piso devido à força  $F$ , obtemos facilmente a rigidez dos elementos primários, que suportam o piso, na direcção de aplicação da força  $F$ . Assim, foram obtidos os seguintes resultados:

**Tabela 15 - Deslocamentos e rotações obtidas nos vários pisos quando aplicada uma determinada força.**

Piso	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$M_z$ [kN·m]	$u_x$ [m]	$u_y$ [m]	$u_z$ [rad]
Cobertura	1000,00	1000,00	1000,00	8,10E-03	6,27E-03	2,38E-04
Piso 2	1000,00	1000,00	1000,00	3,48E-03	2,75E-03	6,84E-05
Piso 1	1000,00	1000,00	1000,00	1,22E-03	1,04E03	2,44E-05

**Tabela 16 - Valores de rigidez, raio de torção e raio de giração obtidos por piso.**

Piso	$K_x$ [kN/m]	$K_y$ [kN/m]	$K_\theta$ [kN·m/rad]	$r_x$ [m]	$r_y$ [m]	$l_s$ [m]
Cobertura	1,23E+05	1,59E+05	4,21E+06	5,14	5,84	5,77
Piso 2	2,87E+05	3,64E+05	1,46E+07	6,34	7,14	8,12
Piso 1	8,20E+05	9,62E+05	4,11E+07	6,54	7,08	9,34

Como podemos verificar, o sistema estrutural adoptado apenas apresenta uma rigidez de torção mínima ao nível da cobertura segundo a direcção  $y$ . Assim, podemos concluir que o sistema estrutural não apresenta a rigidez de torção mínima necessária para cumprir o art.º 4.2.3.2 (6) do EC8.

## 7.2 Regularidade Estrutural

### 7.2.1 Regularidade em Planta

Para garantir a regularidade de um edifício em planta, segundo o EC8 é necessário que sejam verificadas as prescrições já referidas no capítulo “4.5.1 – Regularidade em Planta” do presente trabalho.

Apesar do sistema estrutural não apresentar a rigidez de torção necessária para garantir a regularidade em planta, foi também verificada, a título académico, a esbelteza do edifício em planta e a sua excentricidade estrutural.

Segundo o art.º 4.2.3.2(5) do EC8, a relação entre a maior e a menor dimensão em planta do edifício, medidas em direcções ortogonais, não deve ser superior a 4. Esta cláusula, como se pode confirmar, é verificada:

$$\lambda = \frac{L_{max}}{L_{min}} = \frac{22,6}{19,8} = 1,141 < 4 \quad (7.19)$$

Em relação à excentricidade estrutural máxima, referida no art.º 4.2.3.2 (6) do EC8, esta apenas não é verificada na direcção y do piso 1, como podemos verificar pela tabela a seguir apresentada:

**Tabela 17 - Valores da excentricidade estrutural e respectivos raios de torção reduzidos a 30%.**

Piso	$e_{ox}$ [m]	$e_{oy}$ [m]	$0,30 \cdot r_x$ [m]	$0,30 \cdot r_y$ [m]
Cobertura	0,21	2,75	1,54	1,75
Piso 2	1,74	0,30	1,90	2,14
Piso 1	0,85	0,30	1,96	2,12

Ou seja, como é possível verificar, a regularidade em planta do edifício não é verificada por não satisfazer várias das condições requeridas pelo EC8.

### 7.2.2 Regularidade em Altura

Para que um edifício seja classificado como regular em altura deve satisfazer todas as condições já referidas no capítulo “4.5.2 – Regularidade em Altura” do presente trabalho.

Analisando as condições relativas aos recuos do edifício em estudo, podemos concluir que do piso 2 para a cobertura, os recuos assimétricos apresentados pelo edifício não cumprem, em nenhuma das direcções, as relações máximas estipuladas cláusula (5) c) do art.º 4.2.3.3 do EC8. Assim, o edifício foi classificado como irregular em altura.



### 7.3 Tipo de Sistema Estrutural

Para classificar a solução estrutural quanto ao seu tipo, deve tomar-se em consideração o que foi anteriormente referido no capítulo “4.3 – Classificação dos Sistemas Estruturais” do presente trabalho.

Primeiramente é necessário avaliar a percentagem de resistência ao esforço de corte basal dos diferentes tipos de elementos sísmicos primários. Para calcular esta percentagem aplicou-se, ao nível de cada piso elevado, três carregamentos unitários uniformemente distribuídos, sendo dois nas duas direcções horizontais ortogonais e um terceiro na direcção vertical. Obtiveram-se os seguintes resultados:

**Tabela 18 - Esforços nos elementos sísmicos primários devido aos carregamentos unitários aplicados.**

Elementos Estruturais	Esforços [kN]		
	Direcção X	Direcção Y	Direcção Z
Pilares	185,32	152,33	1193,51
Paredes	760,91	793,90	3602,38
Total	946,23	946,23	4795,88

Posteriormente calculam-se as percentagens de força absorvidas em cada direcção, tal como ilustrado na seguinte tabela:

**Tabela 19 - Percentagens das respectivas forças absorvidas pelos elementos sísmicos primários.**

Direcção	Força absorvida pelos Pilares		Força absorvida pelas Paredes		Força Total	
	kN	%	kN	%	kN	%
X	185,32	19,58	760,91	80,42	946,23	100,00
Y	152,33	16,10	793,90	83,90	946,23	100,00
Z	1193,51	24,89	3602,38	75,11	4795,88	100,00

Como se verifica, o tipo de sistema estrutural associa-se ao sistema de paredes pois a sua resistência, tanto às acções verticais como às laterais, é principalmente assegurada por paredes estruturais verticais, cuja resistência à força de corte é superior a 65% da resistência total à força de corte de toda a estrutura. No entanto, sendo a solução estrutural um sistema de paredes que não apresenta a rigidez de torção mínima necessária, como definido no capítulo “7.1 – Rigidez de Torção mínima”, o EC8 no art.º 5.2.2.1 (6) reclassifica este tipo de sistemas como sistemas torsionalmente flexíveis. Assim, o sistema foi classificado como sistema torsionalmente flexível.

## 7.4 Coeficiente de Comportamento

Com o tipo de sistema estrutural definido e tendo em consideração o disposto no capítulo “4.6 – *Coeficiente de Comportamento*”, foi obtido o seguinte valor básico do coeficiente de comportamento para ambas as direcções de análise:

**Tabela 20 - Valor básico do coeficiente de comportamento ( $q_0$ ).**

Direcção	Tipo de Sistema Estrutural	Irregular em Altura?	Classe de ductilidade	$q_0$
X = Y	Sistema torsionalmente flexível	Sim	DCM	1,60

Tendo em consideração a esbelteza predominante das paredes do sistema estrutural,  $\alpha_0$ , para o cálculo coeficiente  $k_w$  e recorrendo à expressão 4.8 do presente trabalho, foi obtido o coeficiente de comportamento a adoptar:

**Tabela 21 - Coeficiente de comportamento,  $q$ , a adoptar.**

Direcção	$q_0$	$\alpha_0$	$k_w$	$q$
X = Y	1,60	2,51	1,00	1,60

Como visto anteriormente, o coeficiente de comportamento tem uma influência directa no espectro de cálculo, pelo que estes espectros podem ser encontrados no Anexo 3 do presente trabalho.

## 7.5 Método de Análise Estrutural

O método de análise utilizado para determinar os efeitos sísmicos na estrutura em estudo foi o método de referência (art.º 4.3.3.1 (2)P), que consiste numa análise modal por espectros de resposta.

O EC8 no art.º 4.3.3.3.1 refere que a utilização deste método implica que devem ser consideradas as respostas de todos os modos de vibração que contribuam significativamente para a resposta global da estrutura. Para assegurar que todos os modos relevantes são tidos em consideração, devem ser respeitadas, para cada direcção considerada, as seguintes condições:

- Para os modos considerados, a soma das massas efectivas tem que representar, pelo menos, 90% da massa total da estrutura;
- Todos os modos cujas massas modais efectivas sejam superiores a 5 % da massa total devem ser considerados.

Os valores relativos aos factores de participação modal encontram-se no Anexo 4.

Analisando as tabelas A34 e A35 do Anexo 4, verifica-se que, para as duas direcções ortogonais consideradas, são 9 o número de modos que contêm uma acumulação de massa superior a 5% e também que, para os 80 modos considerados, a soma total das massas modais efectivas é inferior a 90%. A razão para considerar apenas 80 modos de vibração prende-se com o facto de que as participações de massa para modos superiores a 80 eram inferiores a 5%<sup>4</sup>.

A soma total das massas modais efectivas ser inferior aos 90% requeridos pelo EC8, deve-se, principalmente, ao facto de o edifício estar envolvido por um muro ao nível dos pisos enterrados, formando assim uma cave rígida. No entanto, para estes casos o EC8, no art.º 4.3.3.3.1 (5), estabelece um número mínimo de modos que devem ser considerados e que devem satisfazer as seguintes condições:

$$k \geq 3 \cdot \sqrt{n} \quad (7.20)$$

$$T_k \leq 0,20 \text{ s} \quad (7.21)$$

Em que:

- $k$  – Número de modos considerados;
- $n$  – Número de pisos acima da fundação ou do nível superior da cave rígida;
- $T_k$  – Período de vibração do modo  $k$ ;

**Tabela 22 - Verificação do número de modos de vibração.**

$k$	$n$	$3\sqrt{n}$
80	3	5,196

**Tabela 23 - Período de vibração do modo  $k$ .**

$k$	$T_k$ [s]
80	0,05825

Conclui-se portanto que os 80 modos considerados são suficientes.

A combinação modal utilizada, como referido no capítulo “6.5.4 – Acção Sísmica“, foi a *CQC*, que compreende a aplicação da seguinte expressão:

---

<sup>4</sup> Foi efectuada uma análise para 500 modos de vibração e verificou-se que a partir do modo 80 a soma total das massas totais efectivas aumentava muito pouco por modo, sendo que esta só atingia os 90% nas duas direcções no modo 200. Houve também a preocupação de verificar se existiam grandes diferenças nos valores de dimensionamento, à qual se verificou que não haviam, praticamente, alterações.

$$E_E = \sqrt{\sum_{n=1}^m \sum_{i=1}^m \rho_{in} E_{Ei} E_{En}} \quad (7.22)$$

Sendo:

- $E_{Ei}$  – Valor máximo da resposta para o modo de vibração  $i$ ;
- $E_{En}$  – Valor máximo da resposta para o modo de vibração  $n$ ;
- $\rho_{in}$  – Coeficiente de correlação modal.

Em que  $\rho_{in}$ , para um amortecimento modal constante, é dado por:

$$\rho_{in} = \frac{8\xi^2(1 + \beta_{in})\beta_{in}^{\frac{3}{2}}}{(1 - \beta_{in}^2)^2 + 4\xi^2\beta_{in}(1 + \beta_{in})^2} \quad (7.23)$$

Em que:

$$\beta_{in} = \frac{p_i}{p_n} \quad (7.24)$$

Sendo:

- $p_i$  – Frequência própria do modo  $i$ ;
- $p_n$  – Frequência própria do modo  $n$ ;
- $\xi$  – Coeficiente de amortecimento<sup>5</sup>.

## 7.6 Efeitos Acidentais de Torção

Segundo o art.º4.3.2 (1)P do EC8, para se considerar a incerteza da localização das massas e da variação espacial do movimento sísmico, o centro de massa de cada piso deve ser deslocado, em cada direcção, de uma excentricidade accidental de:

$$e_{ai} = \pm 0,05 \cdot L_i \quad (7.25)$$

Em que:

- $e_{ai}$  – Excentricidade accidental da massa do piso  $i$  em relação à sua localização nominal, aplicada na mesma direcção em todos os pisos;
- $L_i$  – Dimensão do piso na direcção perpendicular à direcção da acção sísmica.

---

<sup>5</sup>  $\xi = 5\%$  em estruturas de betão armado.

Uma vez que se utiliza um modelo de análise espacial, estes efeitos de torção accidental podem ser determinados com aplicação de um conjunto de momentos torsores  $M_{ai}$ , de eixo vertical, aplicados ao nível de cada piso, tal como indicado no art.º 4.3.3.3.3 do EC8. Estes momentos, com sentido igual em todos os pisos, devem ser considerados com sinal positivo e negativo e são obtidos através da seguinte expressão:

$$M_{ai} = e_{ai} \cdot F_i \quad (7.26)$$

Em que:

- $M_{ai}$  – Momento torsor de eixo vertical aplicado no piso  $i$ ;
- $F_i$  – Força horizontal aplicada no piso  $i$ , que se obtém através de (art.º 4.3.3.2.3 (3) do EC8):

$$F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_i}{\sum z_j \cdot m_j} \quad (7.27)$$

Com:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda \quad (7.28)$$

Sendo:

- $F_b$  – Força de corte sísmica na base;
- $z_i, z_j$  – Altura das massas  $m_i$  e  $m_j$  acima da fundação ou nível superior de uma cave rígida;
- $m_i, m_j$  – Massas dos pisos;
- $S_d(T_1)$  – Ordenada do espectro de cálculo para o período de vibração fundamental do edifício para o movimento lateral na direcção considerada;
- $m$  – Massa total do edifício acima da fundação ou nível superior de uma cave rígida calculada de acordo com a combinação da acção sísmica com outras acções (art.º 3.2.4 do EC8);
- $\lambda$  – Factor de correcção cuja valor é igual a:  $\lambda = 0,85$  se  $T_1 \leq 2 \cdot T_c$  e o edifício tiver mais de dois pisos, ou  $\lambda = 1,0$  em outros casos.

É importante referir que os períodos fundamentais, utilizados para o cálculo de  $S_d(T_1)$  de cada direcção, são aqueles que apresentavam maiores participações de massa na direcção em causa, neste caso o período 2 e 3 para as direcções  $x$  e  $y$ , respectivamente. Assim, foram obtidos os seguintes resultados:

**Tabela 24 - Força de corte basal.**

Sismo	Direcção	$T_1$ [s]	$S_d(T_1)$ [m/s <sup>2</sup> ]	$m$ [Kg]	$\lambda$	$F_b$ [kN]
Tipo I	X	0,335527	3,52	1237300,92	0,85	3697,40
	Y	0,325382	3,52		0,85	3697,40
Tipo II	X	0,335527	2,89		0,85	3038,99
	Y	0,325382	2,98		0,85	3133,74

**Tabela 25 - Forças horizontais aplicadas em cada piso.**

Sismo	Piso	z [m]	m [Kg]	Direcção X		Direcção Y	
				F <sub>bx</sub> [kN]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>by</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]
Tipo I	Cobertura	10,35	253755,56	3697,40	1305,47	3697,40	1305,47
	Piso 2	6,90	411278,49	3697,40	1410,57	3697,40	1410,57
	Piso 1	3,45	572267,07	3697,40	981,36	3697,40	981,36
Tipo II	Cobertura	10,35	253755,56	3038,99	1073,00	3133,74	1106,45
	Piso 2	6,90	411278,49	3038,99	1159,38	3133,74	1195,53
	Piso 1	3,45	572267,07	3038,99	806,60	3133,74	831,75

**Tabela 26 - Momentos torsores acidentais em cada piso.**

Sismo	Piso	Direcção	L <sub>i</sub> [m]	e <sub>ai</sub>   [m]	F <sub>i</sub> [kN]	M <sub>ai</sub> <sup>+</sup> [kN·m]	M <sub>ai</sub> <sup>-</sup> [kN·m]	M <sub>ai,max</sub>   [kN·m]
Tipo I	Cobertura	X	13,47	0,67	1305,47	879,23	-879,23	1050,90
		Y	16,10	0,81	1305,47	1050,90	-1050,90	
	Piso 2	X	19,45	0,97	1410,57	1371,78	-1371,78	1567,15
		Y	22,22	1,11	1410,57	1567,15	-1567,15	
	Piso 1	X	19,45	0,97	981,36	954,37	-954,37	1100,60
		Y	22,43	1,12	981,36	1100,60	-1100,60	
Tipo II	Cobertura	X	13,47	0,67	1073,00	722,66	-722,66	890,69
		Y	16,10	0,81	1106,45	890,69	-890,69	
	Piso 2	X	19,45	0,97	1159,38	1127,50	-1127,50	1328,24
		Y	22,22	1,11	1195,53	1328,24	-1328,24	
	Piso 1	X	19,45	0,97	806,60	784,42	-784,42	932,81
		Y	22,43	1,12	831,75	932,81	-932,81	

Obtidos os valores dos momentos torsores máximos, estes são depois combinados com os efeitos da acção sísmica, para a respectiva combinação, com os devidos sentidos (horário ou anti-horário), como descrito no art.º 4.3.3.3 (2) do EC8.

## 7.7 Efeitos de 2ª Ordem

Segundo o art.º 5.8.1 do EC2, os efeitos de 2ª ordem são efeitos adicionais das acções resultantes das deformações da estrutura, que deverão ser contabilizados se a deformação for elevada. Este efeito ocorre devido, principalmente, à acção sísmica, que através dos deslocamentos entre pisos pode provocar cargas excêntricas nos elementos verticais da estrutura. Para que este fenómeno não seja contabilizado, deve ser verificada a seguinte expressão (art.º 4.4.2.2 (2)):

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h} \leq 0,10 \quad (7.29)$$

Em que:

- $\theta$  – Coeficiente de sensibilidade ao deslocamento relativo entre pisos;
- $P_{tot}$  – Valor da carga gravítica total devida a todos os pisos acima do piso considerado, incluindo a laje do mesmo, para a combinação sísmica de acções;
- $V_{tot}$  – Força de corte sísmica total ao nível no piso considerado;
- $h$  - Altura entre pisos;
- $d_r$  – Valor de cálculo do deslocamento relativo entre pisos consecutivos, avaliado como a diferença entre os deslocamentos laterais médios ( $d_s$ ) no topo e na base do piso considerado, sendo:

$$d_s = q_d \cdot d_e \quad (7.29)$$

Em que:

- $q_d$  – Coeficiente de comportamento em deslocamento, admitido igual a  $q$ ;
- $d_e$  – Deslocamento do mesmo ponto da estrutura, obtido através da análise linear baseada no espectro de resposta de cálculo.

O limite superior para o valor  $\theta$  é de 0,3, tal como descrito no art.º 4.4.2.2 (4)P do EC8, sendo que, caso o valor de  $\theta$  esteja inserido no intervalo ]0,1 ; 0,2], os efeitos de segunda ordem podem ser avaliados de um modo aproximado, multiplicando os esforços sísmicos por um factor igual a  $1/(1 - \theta)$ , como disposto no art.º 4.4.2.2 (3) do EC8.

A análise destes efeitos foi efectuada com o auxílio do programa de cálculo utilizado, que permite retirar os deslocamentos relativos entre pisos para todos os elementos verticais que englobam o piso em estudo. Através destes deslocamentos efectuou-se a média entre cada piso para as duas direcções ortogonais consideradas e suas combinações sísmicas. Obtidos os deslocamentos, optou-se por se adoptar os maiores valores e retiraram-se os esforços correspondentes à respectiva combinação sísmica.

Apresenta-se em resumo as tabelas com os valores obtidos:

**Tabela 27 - Diferença entre os deslocamentos médios consequentes das combinações sísmicas.**

Combinação	Cobertura		Piso 2		Piso 1	
	$d_{x,medio}$ [mm]	$d_{y,medio}$ [mm]	$d_{x,medio}$ [mm]	$d_{y,medio}$ [mm]	$d_{x,medio}$ [mm]	$d_{y,medio}$ [mm]
Sismo I TA+	<u>7,38</u>	5,93	7,00	6,78	<u>6,89</u>	6,48
Sismo I TA-	7,14	<u>6,24</u>	<u>7,32</u>	<u>6,86</u>	6,64	<u>7,19</u>
Sismo II TA+	4,91	4,44	4,91	5,15	4,73	4,67
Sismo II TA-	4,67	4,63	5,12	5,20	4,57	5,35

**Tabela 28 - Deslocamentos relativos entre pisos.**

Piso	$d_{x,medio}$ [mm]	$d_{y,medio}$ [mm]	$q_d$	$d_{r,x}$ [mm]	$d_{r,y}$ [mm]
Cobertura	7,38	6,24	1,6	11,80	9,98
2	7,32	6,86		11,72	10,98
1	6,89	7,19		11,03	11,51

**Tabela 29 - Coeficientes de sensibilidade obtidos.**

Piso	$P_{tot}$ [kN]	$V_{tot,x}$ [kN]	$V_{tot,y}$ [kN]	$d_{r,x}$ [mm]	$d_{r,y}$ [mm]	$h$ [m]	$\theta_x$	$\theta_y$
Cobertura	2213,28	1482,01	1964,59	11,80	9,98	3,45	0,00051	0,00033
2	5898,88	2179,83	2838,72	11,72	10,98		0,00092	0,00066
1	11319,64	2923,91	3502,38	11,03	11,51		0,00124	0,00108

Conclui-se portanto, que os coeficientes de sensibilidade são todos inferiores a 0,10 para ambas as direcções consideradas, não sendo necessário ter em consideração os efeitos de 2ª ordem.



## 8 Dimensionamento Estrutural

Os estados limites estão directamente relacionados com o dimensionamento de uma estrutura e com a sua segurança estrutural. É referido pelo EC8 no art.º 2.2.1 (1)P, que para que sejam cumpridos os requisitos fundamentais, enunciados no capítulo “3.2.2.1.1 – *Requisitos Fundamentais de Desempenho de uma Estrutura*” do presente trabalho, devem ser verificados dois estados limites:

- Estados Limites Últimos;
- Estados Limites de Utilização ou de Serviço.

Assim, é abordado neste capítulo o dimensionamento dos elementos da estrutura aos estados limites últimos e aos estados limites de serviço.

### 8.1 Regras Gerais

O dimensionamento de uma estrutura pelos Eurocódigos 2 e 8, requer o cumprimento de determinadas regras transversais a todos os elementos estruturais, relacionadas com:

- Recobrimento das armaduras;
- Distância mínima entre varões;
- Diâmetros mínimos de dobragem de varões;
- Comprimentos de amarração;
- Amarração de armaduras transversais;
- Comprimentos de emenda de armaduras.

#### 8.1.1 Recobrimento de Armaduras

Tal como disposto no art.º 4.4.1.1 (1)P do EC2, o recobrimento das armaduras é a menor distância entre a superfície de uma armadura e a superfície de betão. Este recobrimento destina-se a assegurar a transmissão eficaz das forças de aderência, a protecção do aço contra a corrosão e uma adequada resistência ao fogo.

Assim, a expressão que permite calcular o recobrimento nominal é dada por:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad (8.1)$$

Sendo:

- $\Delta c_{dev}$  – Margem de cálculo para as tolerâncias de execução;

- $c_{min}$  – Recobrimento mínimo, dado por:

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10mm\} \quad (8.2)$$

Em que:

- $c_{min,b}$  – Recobrimento mínimo para os requisitos de aderência;
- $c_{min,dur}$  – Recobrimento mínimo relativo às condições ambientais;
- $\Delta c_{dur,\gamma}$  – Margem de segurança;
- $\Delta c_{dur,st}$  – Redução do recobrimento mínimo no caso de utilização de aço inoxidável;
- $\Delta c_{dur,add}$  – Redução do recobrimento mínimo no caso de protecção adicional.

A aplicação das expressões anteriores conduziu aos valores de recobrimento indicados no Anexo 5.

### 8.1.2 Distância Mínima entre Varões

A distância mínima entre varões existe com o propósito de permitir uma betonagem e compactação do betão satisfatória e assegurar adequadas condições de aderência. A distância mínima entre varões é dada pela seguinte expressão (art.º8.2 (2) do EC2):

$$d_{min} = \max\{k_1 \times \phi; d_g + k_2; 20mm\} \quad (8.3)$$

Em que:

- $d_{min}$  – Distância mínima livre entre varões paralelos ou entre camadas de varões;
- $d_g$  – Dimensão máxima do agregado;
- $\phi$  - Diâmetro do varão;
- $k_1$  – 1 mm;
- $k_2$  – 5 mm;

Assim, para varões com diâmetros não superiores a 25 mm foi obtida a seguinte tabela:

**Tabela 30 - Distância mínima entre varões.**

$\phi$ [mm]	$k_1$ [mm]	$k_2$ [mm]	$d_g$ [mm]	20 [mm]	$d_{min}$ [mm]
$\leq 25$	1	5	25	20	30

### 8.1.3 Diâmetro Mínimo de Dobragem de Varões

Segundo o art.º 8.3 (1)P do EC2, o diâmetro mínimo de dobragem de um qualquer varão deve ser tal que não provoque o aparecimento de fendas no varão assim como a rotura do betão no interior da curva do varão. Deve, portanto, ser calculado pela seguinte expressão:

$$\phi_{m,min} = \begin{cases} 4\phi, & \phi \leq 16mm \\ 7\phi, & \phi > 16mm \end{cases} \quad (8.4)$$

Foram então obtidos os seguintes diâmetros mínimos de dobragem:

**Tabela 31 - Diâmetros mínimos de dobragem.**

$\phi$ [mm]	$\phi_{m,min}$ [mm]
8	32
10	40
12	48
16	64
20	140
25	175

### 8.1.4 Comprimento de Amarração de Referência

Para evitar a fendilhação longitudinal ou o destacamento do betão, os varões devem ser amarrados de modo a assegurarem uma boa transferência para o betão das forças de aderência. Para que tal aconteça, o comprimento de amarração deve ter em consideração o tipo de aço utilizado e as suas propriedades de aderência. Assim, segundo o art.º 8.4.3 (2) do EC2, o comprimento de amarração necessário é dado pela seguinte expressão:

$$l_{b,rqd} = (\phi/4)(\sigma_{sd}/f_{bd}) \quad (8.5)$$

Em que:

- $l_{b,rqd}$  – Comprimento de amarração de referência;
- $\phi$  – Diâmetro do varão;
- $\sigma_{sd}$  – Valor de cálculo da tensão na secção do varão a partir da qual é medido o comprimento de amarração;
- $f_{bd}$  – Tensão de rotura de aderência, dada por:

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} \quad (8.6)$$

Em que:

- $\eta_1$  – Coeficiente relacionado com as condições de aderência;
- $\eta_2$  – Coeficiente relacionado com o diâmetro do varão;
- $f_{ctd}$  – Valor de cálculo da resistência do betão à tracção.

Por razões de segurança foi considerado que não existem condições de “boa” aderência e que, de modo a restringir a gama de varões a utilizar, não se iria utilizar varões de diâmetro superior a 25 mm. Assim, obtiveram-se os seguintes comprimentos de amarração de referência:

**Tabela 32 - Comprimentos de amarração de referência.**

$\emptyset$ [mm]	$\sigma_{sd}$ [Mpa]	$\eta_1$	$\eta_2$	$f_{ctd}$ [Mpa]	$f_{bd}$ [Mpa]	$l_{b,rqd}$ [mm]
8	434,78	0,70	1,00	1,33	2,10	414
10						518
12						621
16						828
20						1035
25						1294

Todavia, é necessário calcular o comprimento de amarração de cálculo que é dado pela seguinte expressão (art.º 8.4.4 do EC2):

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \quad (8.7)$$

Em que:

- $\alpha_1$  – Coeficiente que tem em consideração o efeito de forma dos varões admitindo um recobrimento adequado;
- $\alpha_2$  – Coeficiente que tem em consideração o efeito de recobrimento mínimo do betão;
- $\alpha_3$  – Coeficiente que tem em consideração o efeito de cintagem das armaduras transversais;
- $\alpha_4$  – Coeficiente que tem em consideração a influência de varões transversais soldados;
- $\alpha_5$  – Coeficiente que tem em consideração o efeito de pressão ortogonal ao plano de fendimento ao longo do comprimento de amarração de cálculo.

Por sua vez,  $l_{bd}$  tem que ser superior a um comprimento de amarração mínimo,  $l_{bd,min}$ , que é obtido por:

$$\text{Para varões traccionados: } l_{bd,min} > \max\{0,3l_{b,rqd}; 10\phi; 100mm\} \quad (8.8)$$

$$\text{Para varões comprimidos: } l_{bd,min} > \max\{0,6l_{b,rqd}; 10\phi; 100mm\} \quad (8.9)$$

Admitindo que os varões estão sempre comprimidos, caso mais desfavorável, obteve-se os seguintes comprimentos de amarração de cálculo:

**Tabela 33 - Comprimentos de amarração de cálculo.**

$\varnothing$ [mm]	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$l_{b,rqd}$ [mm]	$l_{bd,min}$ [mm]	$l_{bd}$ [mm]	$l_{bd,adoptado}$ [m]
8	1,0	1,0	1,0	0,7	1,0	414	248	290	0,30
10						518	311	362	0,40
12						621	373	435	0,45
16						828	497	580	0,60
20						1035	621	725	0,75
25						1294	776	906	0,95

O EC8 refere ainda no art.º 5.6.2.1 (2) que caso, devido à combinação sísmica, o esforço normal num pilar for de tracção, os comprimentos de amarração devem ser aumentados de 50% em relação aos valores especificados no EC2.

### 8.1.5 Amarração de Armaduras Transversais

Pelo art.º 5.6.1 (2) do EC8, as armaduras transversais devem ser amarradas através de estribos fechados com ganchos dobrados a 135º e comprimentos de amarração de  $10d_{bw}$ , em que  $d_{bw}$  representa o diâmetro da armadura transversal, sendo que estes ganchos, segundo o art.º 8.5 (1) do EC2, devem ter no seu interior um varão.

### 8.1.6 Comprimento de Emenda de Armaduras

O comprimento de emenda de armaduras tem por objectivo assegurar a transmissão de esforços entre varões adjacentes. Este comprimento é dado por:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min} \quad (8.10)$$

Sendo:

- $l_0$  – Comprimento de sobreposição;
- $\alpha_6$  – Dado pela raiz quadrada da relação entre  $\rho_1$  e 25 mas não sendo superior a 1,5 nem inferior a 1,0, dado por:

$$\alpha_6 = (\rho_1/25)^{0,5} \quad (8.11)$$

Em que:

- $\rho_1$  – Percentagem de varões emendados a uma distância inferior a  $0,65l_0$  da secção média da sobreposição considerada;
- $l_{0,min}$  – Comprimento de sobreposição mínimo, dado por:

$$l_{0,min} > \max\{0,3\alpha_6 l_{b,rqd}; 15\phi; 200mm\} \quad (8.12)$$

Foram então obtidos os seguintes comprimentos de emenda:

**Tabela 34 - Comprimentos de emenda admitidos.**

$\phi$ [mm]	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$l_{b,rqd}$ [mm]	$l_{0,min}$ [mm]	$l_0$ [mm]	$l_{0,admitido}$ [m]
8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	414	200	621	0,65
10						518	233	776	0,80
12						621	280	932	0,95
16						828	373	1242	1,25
20						1035	466	1553	1,60
25						1294	582	1941	1,95

## 8.2 Estados Limites Últimos

A verificação da segurança em relação aos ELU consiste em preservar a estrutura, no que toca à sua segurança, em relação a situações de rotura. A actual regulamentação baseia-se em métodos probabilísticos, sendo que o valor das acções deve ser tal, que não seja excedido com uma probabilidade de ocorrência de 95% e o valor da resistência dos materiais deve ter uma probabilidade de 95% de ser excedido. Estes valores característicos são ainda corrigidos com a adopção de coeficientes de segurança parciais, que majoram as cargas e minoram a resistência dos materiais. Posteriormente, as acções são então combinadas, tendo em consideração a sua probabilidade de ocorrência, através das combinações já referidas no capítulo “3.4 – Combinação de Acções”.

É importante referir, que todos os elementos estruturais dos pisos enterrados foram dimensionados de acordo com o Eurocódigo 2, uma vez que, pelo art.º 5.8.1(5) do EC8 e como referido no capítulo “4.4.1.3-Restrições Geométricas”, o Eurocódigo 8 assim o permite.

### 8.2.1 Vigas

Uma viga, segundo o art.º 5.3.1 (3) do EC2, é um elemento cujo vão não é superior a 3 vezes a altura total da sua secção transversal. Caso contrário deve ser considerada como uma viga-parede.

Nos elementos horizontais da estrutura existem casos de viga-parede, sendo que foi tido em consideração o art.º 9.7 do EC2, que refere que estas devem possuir, junto a cada face, uma armadura mínima de malha ortogonal,  $A_{s,dbmin}$ . O valor a utilizar para esta armadura é de 0,1%, com um mínimo de 150 mm<sup>2</sup>/m em cada face e direcção, sendo que a distância máxima entre dois varões adjacentes deve ser a menor dos seguintes valores:

- 2 vezes a espessura da viga-parede;
- 300 mm.

Assim, foi adoptada uma armadura de Ø8/0,20 em cada face, que em conjunto com as armaduras transversais satisfaz o requisito de uma armadura de malha ortogonal.

### 8.2.1.2 Armadura Longitudinal

De modo a evitar roturas frágeis, a formação de fendas largas e também garantir a resistência às forças devidas às acções de coacção, o EC2 refere no art.º 9.2.1.1 (1) que a área de armadura longitudinal de tracção que uma viga deve possuir, não deve ser inferior a:

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d \geq 0,0013 b_t d \quad (8.13)$$

Em que:

- $f_{ctm}$  – Valor médio da tensão de rotura do betão à tracção simples;
- $f_{yk}$  – Valor característico da tensão de cedência à tracção do aço das armaduras;
- $b_t$  – Largura média da zona traccionada;
- $d$  – Altura útil da secção.

É ainda estabelecido no art.º 9.2.1.1 (3) do EC2, que valor máximo de armadura, excluindo as zonas de sobreposição de varões, não deve ser superior a  $0,04A_c$ , sendo  $A_c$  a área da secção de betão<sup>6</sup>. Porém, o EC8 no art.º 5.4.3.1.2 (5) estabelece um valor mínimo para a taxa de armadura de todas as vigas sísmicas primárias, dado pela seguinte expressão:

$$\rho_{min} = 0,5 \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \quad (8.14)$$

---

<sup>6</sup> Segundo o art.º 5.4.3.1.2 (4) do EC8, a área da secção de betão deve ser normalizada por  $bd$ , em que  $b$  corresponde à largura do banzo comprimido da viga.

Obtendo-se assim, para as vigas dos pisos elevados, uma área mínima de armadura de:

$$A_{s,min} = A_c \cdot 0,5 \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \quad (8.15)$$

A partir do art.º 5.2.3.4 (2) do EC8 deve ainda garantir-se a ductilidade em curvatura em todas as zonas críticas<sup>7</sup> dos elementos sísmicos primários, sendo esta assegurada se o factor de ductilidade em curvatura,  $\mu_\phi$ , for, pelo menos, igual a um dos seguintes valores:

$$\mu_\phi = 2q_0 - 1 \quad \text{se } T_1 \geq T_C \quad (8.16)$$

$$\mu_\phi = 1 + 2(q_0 - 1)T_C/T_1 \quad \text{se } T_1 < T_C \quad (8.17)$$

Em que:

- $T_C$  – Período no limite superior da zona de aceleração constante do espectro;
- $T_1$  – Período fundamental do edifício.

Foram então obtidos, para as duas direcções ortogonais consideradas, os seguintes factores de ductilidade em curvatura:

**Tabela 35 - Factores de ductilidade em curvatura.**

Direcção	$q_0$	$T_1$ [s]	$T_C$ [s]	$\mu_\phi$
X	1,60	0,335527	0,60	3,146
Y	1,60	0,325382	0,60	3,213

No entanto, atendendo ao art.º 5.4.3.1.2 (4) do EC8 o requisito de ductilidade fica satisfeito se forem cumpridas as seguintes condições:

- Na zona comprimida da viga deve ser colocada uma armadura de secção não inferior a 50% da secção da armadura da zona traccionada;
- A taxa de armadura máxima na zona traccionada  $\rho$  não deve exceder o seguinte valor:

$$\rho_{max} = \rho' + \frac{0,0018}{\mu_\phi \varepsilon_{sy,d}} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad (8.18)$$

<sup>7</sup> Uma zona crítica, segundo o art.º 1.5.2 do EC8, corresponde a uma parte predeterminada de uma estrutura dissipativa onde se encontra principalmente localizada a capacidade dissipativa.



Em que:

- $\rho'$  - Taxa de armadura de compressão da viga;
- $\varepsilon_{sy,d}$  - Valor de cálculo da extensão de cedência do aço;
- $f_{yd}$  - Valor de cálculo da tensão de cedência do aço;
- $f_{cd}$  - Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão;

Para os materiais constituintes da estrutura e através da expressão anterior obtém-se a seguinte simplificação:

**Tabela 36 - Taxa de armadura máxima da zona traccionada.**

Betão	Aço	$\varepsilon_{sy,d}$	$f_{cd}$ [MPa]	$f_{yd}$ [MPa]	$\rho_{max}$
C30/37	A500	0,00218	20,00	434,78	$\rho' + 0,0099$

Para os nós de ligação viga-pilar, o EC8, no art.º 5.6.2.2 (2)P, define limites máximos para a relação entre o diâmetro dos varões da armadura principal das vigas ( $d_{bl}$ ) e a dimensão da secção do pilar na direcção paralela às vigas ( $h_c$ ) de modo a impedir uma rotura de aderência. Devem, portanto, ser tidas em consideração as seguintes relações:

- Nós viga-pilar interiores:

$$\frac{d_{bl}}{h_c} \leq \frac{7,5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot \frac{1 + 0,8 \cdot v_d}{1 + 0,75k_D \cdot \rho' / \rho_{max}} \quad (8.19)$$

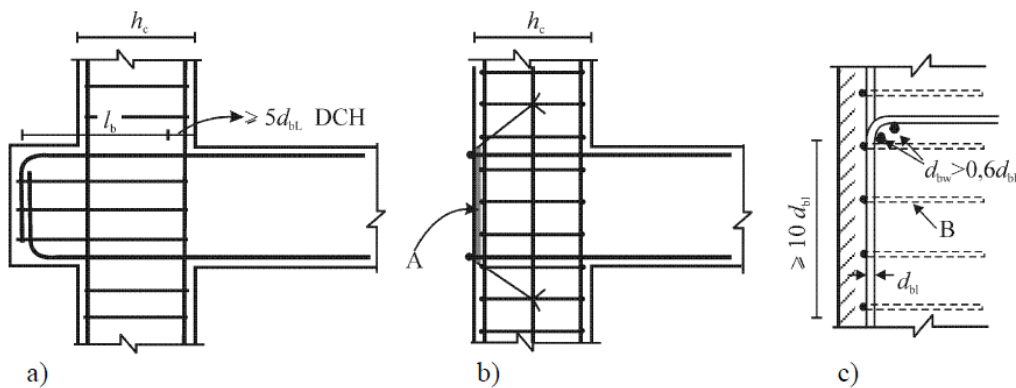
- Nós viga-pilar exteriores:

$$\frac{d_{bl}}{h_c} \leq \frac{7,5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot (1 + 0,8 \cdot v_d) \quad (8.20)$$

Em que:

- $v_d$  - Esforço normal reduzido de cálculo no pilar, considerad com o seu valor mínimo para a situação de projecto sísmica, sendo  $v_d = N_{Ed} / (f_{cd} \cdot A_c)$ ;
- $k_D$  - Coeficiente função da classe de ductilidade (2/3 para a classe DCM);
- $\gamma_{Rd}$  - Coeficiente de incerteza do modelo relativo ao valor de cálculo das resistências (1,0 para a classe DCM).

Se não for possível satisfazer os requisitos anteriores, o EC8 pelo art.º 5.6.2.2 (3) admite a utilização de uma das seguintes disposições construtivas:



**Figura 13 - Disposições complementares para a amarração nos nós viga-pilar.**

No edifício em estudo não foi possível adotar os diâmetros máximos considerados para algumas vigas, pelo que foi necessário garantir a amarração das armaduras longitudinais dessas vigas através da solução c) da Figura 13.

### 8.2.1.3 Armadura Transversal

A armadura transversal das vigas, à semelhança da armadura longitudinal, é também condicionada por um valor mínimo da taxa de armadura. Pelo art.º 9.2.2 (5) do EC2, a taxa de armadura mínima,  $\rho_{w,min}$ , é dada por:

$$\rho_{w,min} = (0,08\sqrt{f_{ck}})/f_{yk} \quad (8.21)$$

Sendo que a taxa de armaduras de esforço transversal é dada pela seguinte expressão:

$$\rho_w = A_{sw}/(s \cdot b_w \cdot \sin\alpha) \quad (8.22)$$

Em que:

- $\rho_w$  – Taxa de armaduras de esforço transversal;
- $A_{sw}$  – Área das armaduras de esforço transversal existente no comprimento  $s$ ;
- $s$  – Espaçamento longitudinal das armaduras de esforço transversal;
- $b_w$  – Largura da alma da viga;
- $\alpha$  – Ângulo que as armaduras de esforço transversal formam com o eixo longitudinal da viga.

Como no edifício em estudo foram considerados, para as vigas, estribos verticais, ou seja com um ângulo  $\alpha$  de  $90^\circ$ , o valor de cálculo do esforço transversal é dado pelo menor dos seguintes valores (art.º 6.2.3 (3) do EC2):

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta \quad (8.23)$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot\theta + \tan\theta} \quad (8.24)$$

Em que:

- $V_{Rd,s}$  – Valor de cálculo do esforço transversal equilibrado pela resistência da armadura transversal;
- $V_{Rd,max}$  – Valor de cálculo do esforço transversal resistente máximo, correspondente à resistência à compressão das escoras de betão;
- $f_{ywd}$  – Valor de cálculo da tensão de cedência das armaduras de esforço transversal;
- $v_1$  – Coeficiente de redução da resistência do betão fendilhado por esforço transversal dado por:

$$v_1 = 0,6 \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \quad (8.25)$$

Em que:

- $f_{ck}$  – Valor característico da tensão de rotura do betão à compressão as 28 dias de idade.
- $z$ <sup>8</sup> – braço do binário das forças interiores;
- $\theta$ <sup>9</sup> – Ângulo formado pela escora comprimida de betão com o eixo da viga;
- $\alpha_{cw}$ <sup>10</sup> – Coeficiente que tem em consideração o estado de tensão no banzo comprimido;

Em relação aos limites de espaçamentos para as armaduras transversais, o EC2 define no art.º 9.2.2 (6) e art.º 9.2.2 (8) os seguintes espaçamentos máximos:

$$s_{l,max} = 0,75d (1 + \cot\alpha) \quad (8.26)$$

$$s_{t,max} = 0,75d \leq 600 \text{ mm} \quad (8.27)$$

<sup>8</sup> Pelo art.º 6.2.3 (1) do EC2, na verificação em relação ao esforço transversal de uma secção de betão armado sem esforço normal pode utilizar-se  $z = 0,9d$ .

<sup>9</sup> Os limites admissíveis para o ângulo de inclinação das escoras de betão com o eixo do elemento são:  $45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$ . O ângulo adoptado foi de  $45^\circ$ .

<sup>10</sup> Segundo o art.º 6.2.3 do EC2, o ângulo de  $\alpha_{cw}$  recomendado para estruturas não pré-esforçadas é de 1,0. Assim, foi adoptado esse mesmo valor.

Sendo:

- $s_{l,max}$  – Espaçamento longitudinal máximo entre armaduras de esforço transverso;
- $s_{t,max}$  – Espaçamento transversal máximo entre os ramos de estribos.

Relativamente ao EC8, este estabelece no art.º 5.4.3.1.2 (6)P que nas zonas críticas das vigas sísmicas primárias devem ser colocadas armaduras de confinamento que verifiquem as seguintes condições:

- O diâmetro  $d_{bw}$  das armaduras de confinamento deve ser igual ou superior a 6 mm;
- O espaçamento,  $s$ , das armaduras de confinamento não deve ser superior a:

$$s = \min\{h_w/4 ; 24d_{bw} ; 225 ; 8d_{bL}\} \quad (8.28)$$

Em que:

- $h_w$  – Altura da viga em milímetros;
- $d_{bL}$  – Diâmetro mínimo dos varões da armadura longitudinal (em milímetros);
- A primeira armadura de confinamento não deve ser colocada a menos de 50 mm da secção de extremidade da viga.

Os valores relativos aos espaçamentos máximos dos estribos das vigas nas zonas denominadas críticas, encontram-se no Anexo 6.

### 8.2.1.4 Dimensionamento

Para vigas dimensionadas para a classe DCM, devem utilizar-se os esforços de cálculo obtidos da forma que consta no art.º 5.4.2.2 do EC8. Contudo, o programa de cálculo automático utilizado para o dimensionamento da solução estrutural adoptada já tem em consideração a obtenção das armaduras, tanto longitudinais como transversais, através do processo de cálculo pela capacidade real, já mencionada no capítulo “4.4.1.1 – Dimensionamento”.

De referir que o programa de cálculo apenas calcula as áreas de armadura necessárias, não impondo, no caso das armaduras transversais, limites para os seus espaçamentos.

Por conseguinte, irá ser exposto um exemplo de uma viga, a viga V15.3, para verificar o seu processo de dimensionamento.

Pelo art.º 5.4.2.2 do EC8, nas vigas sísmicas primárias os valores de cálculo dos esforços transversos devem ser obtidos com base no equilíbrio da viga sob a acção de:

- A carga transversal que actua na viga na situação de projecto sísmica;

- Os momentos plásticos nas extremidades, associados à formação de rótulas plásticas para os dois sentidos da acção sísmica (positivo e negativo). As rótulas plásticas devem-se formar nas extremidades das vigas, como justificado no capítulo “4.4.1.1-Dimensionamento”.

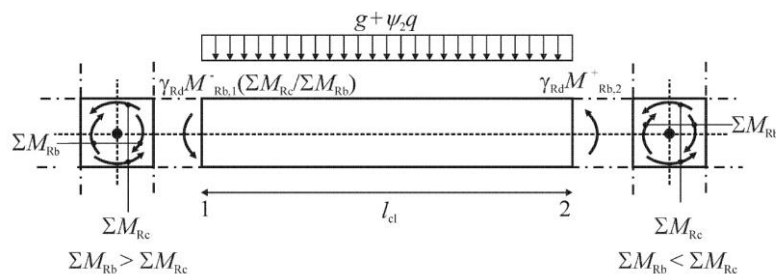
Assim, para aplicar as considerações acima indicadas, é necessário considerar as prescrições referidas no art.º 5.4.2.2 (2) do EC8:

- Para cada secção transversal extrema,  $i$ , devem ser calculados os valores de esforço transversal máximo e mínimo, correspondentes aos momentos positivo máximo e negativo máximo  $M_{i,d}$  que se podem desenvolver nas extremidades da viga;
- Para calcular os momentos das extremidades da viga, deve utilizar-se a seguinte expressão:

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,i} \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}\right) \quad (8.29)$$

Em que:

- $\gamma_{Rd}^{11}$  – Coeficiente que contabiliza a possível sobre-resistência do aço;
- $M_{Rb,i}$  – Valor de cálculo do momento resistente da viga na extremidade  $i$  no sentido do momento flector sísmico para o sentido considerado da acção sísmica;
- $\sum M_{Rc}$  – Soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes dos pilares. O valor de  $\sum M_{Rc}$  deverá corresponder aos esforços normais do pilar na situação de projecto sísmica.
- $\sum M_{Rb}$  – Soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes das vigas que concorrem no nó;
- Caso a viga esteja indirectamente apoiada noutra viga, o momento na extremidade da viga  $M_{i,d}$  poderá ser considerado igual ao momento actuante na secção de extremidade da viga na situação de projecto sísmica.



**Figura 14 - Valores de cálculo pela capacidade real dos esforços transversos nas vigas sísmicas primárias.**

<sup>11</sup> Para a classe DCM  $\gamma_{Rd}$  poderá ser considerado igual a 1,0. Assim foi adoptado esse mesmo valor.

Assim, o esforço transverso de cálculo na viga é obtido pelo equilíbrio de esforços das cargas quase-permanentes com os momentos flectores resistentes de sinais contrários em cada extremo da viga. Desta forma, o esforço transverso nas extremidades da viga pode ser obtido, para cada sentido da acção sísmica, através da seguinte expressão:

$$V_{Ed} = \frac{M_{Rb,2} + M_{Rb,1}}{l_{cl}} \pm \frac{(g + \psi_2 q) \cdot l_{cl}}{2} \quad (8.30)$$

Em que:

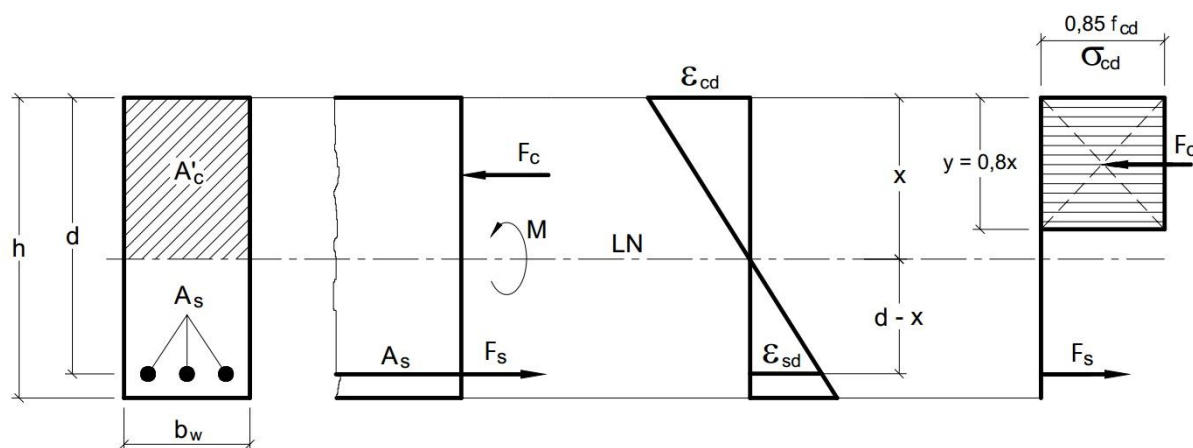
- $M_{Rb,1}$  – Momento resistente na extremidade 1 da viga;
- $M_{Rb,2}$  – Momento resistente na extremidade 2 da viga;
- $(g + \psi_2 q)$  - Carregamento uniforme para a combinação quase-permanente de acções;
- $l_{cl}$  – Comprimento livre da viga.

Em termos conservativos a expressão 8.29 pode ser simplificada, considerando que os momentos resistentes dos pilares são iguais aos momentos resistentes das vigas, obtendo-se assim:

$$M_{i,d} = M_{Rb,i} \quad (8.31)$$

O cálculo do momento resistente é efectuado admitindo que o betão não resiste à tracção, que as armaduras estão em cedência e que as secções permanecem planas após a fendilhação. Assim sendo, a posição da linha neutra é obtida através da seguinte expressão:

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} \quad (8.32)$$



**Figura 15 - Distribuição de tensões numa viga.**

O momento resistente, calculado a partir da força de tracção,  $F_s$ , da armadura inferior, tal como demonstrado pela Figura 15, é dado por:

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,4x) \quad (8.33)$$

Já estabelecido o processo de cálculo, efectua-se então o dimensionamento para a viga considerada, começando por enunciar as suas características e respectivas armaduras:

**Tabela 37 - Características da viga V15.3.**

Viga	L [m]	h [m]	b [m]	d [m]	$f_{yd}$ [MPa]	$f_{cd}$ [MPa]
V15.3	5,000	0,500	0,300	0,455	434,78	20,00

**Tabela 38 - Áreas de armadura da viga V15.3.**

Viga	Armadura	$A_{s,SAP2000}$ [cm <sup>2</sup> ]			$A_{s,adoptada}$ [cm <sup>2</sup> ]		
		Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V15.3	Superior	3,823	3,823	3,823	4,524	4,524	4,524
	Inferior	3,823	3,823	3,846	4,524	4,524	4,524

Através das características base e das respectivas armaduras calcula-se então a posição da linha neutra e respectivo momento resistente:

**Tabela 39 - Posição da linha neutra e momento resistente da viga V15.3.**

Viga	Armadura	$x$ [m]			$M_{Rd}$ [kN·m]		
		Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V15.3	Superior	0,041	0,041	0,041	86,270	86,270	86,270
	Inferior	0,041	0,041	0,041	86,270	86,270	86,270

Com os momentos resistentes calculados, procede-se então ao cálculo do esforço transversal mais condicionante na viga:

**Tabela 40 - Esforço transversal de cálculo da viga V15.3.**

Viga	Armadura	$M_{Rd}$ [kN·m]		$V_{g+\psi_{2q}}$ [kN]		$V_{Ed,cálculo}$ [kN]		$V_{Ed,max}$ [kN]
		Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	
V15.3	Superior	86,270	86,270	42,916	15,761	77,424	50,269	77,424
	Inferior	86,270	86,270					

Determinado o valor do esforço transversal condicionante, o valor da armadura das zonas críticas que resiste a este esforço é calculado tendo em consideração o espaçamento e extensão desta armadura.

Segundo o art.º 5.4.3.1.2 do EC8, o comprimento da zona crítica,  $l_{cr}$ , para vigas que não suportem elementos verticais descontínuos, corresponde à altura da viga, logo:

**Tabela 41 - Comprimento da zona crítica da viga V15.3.**

Viga	$h_w$ [m]	$l_{cr}$ [m]
V15.3	0,50	0,50

O espaçamento máximo das armaduras transversais nas zonas críticas, como referido anteriormente, é dado pela expressão 8.27. Então, utilizando um diâmetro de 8 mm para a armadura de confinamento, o espaçamento adoptado foi de:

**Tabela 42 - Espaçamento máximo e adoptado da armadura de confinamento da viga V15.3.**

Viga	$h_w$ [m]	$d_{bw}$ [mm]	225 [mm]	$d_{bL}$ [mm]	$s$ [m]	$s_{adoptado}$ [m]
V15.3	0,50	8	225	12	0,096	0,075

Tendo o espaçamento a configuração da armadura transversal para as zonas críticas, verifica-se então se estas garantem resistência suficiente ao esforço transversal de cálculo. Como referido, o esforço transversal resistente é dado pelo menor dos valores das expressões 8.23 e 8.24 do presente trabalho. Assim obteve-se:

**Tabela 43 - Esforço transversal resistente máximo da viga V15.3.**

Viga	$\alpha_{cw}$	$b_w$ [m]	$h_w$ [m]	$d$ [m]	$z$ [m]	$\nu_1$	$f_{cd}$ [MPa]	$\theta$ [°]	$V_{Rd,max}$ [kN]
V15.3	1,00	0,300	0,500	0,455	0,410	0,528	20,00	45	648,648

**Tabela 44 - Valor de cálculo do esforço transversal resistente equilibrado pela resistência da armadura transversal na zona crítica da viga V15.3.**

Viga	Armadura	$A_{sw}/s$ [cm <sup>2</sup> /m]	$z$ [m]	$f_{ywd}$ [MPa]	$\theta$ [°]	$V_{Rd,s}$ [kN]
V15.3	Ø8 // 0,075	13,4041	0,410	434,78	45	238,6518

Para a armadura transversal fora da zona crítica da viga, uma vez que o programa de cálculo também efectua o dimensionamento para esta, apenas teríamos que escolher uma armadura com uma área igual ou superior à que o programa apresenta. Caso o sap2000 não desse esta armadura teríamos que verificar a que esforço transversal a viga está sujeita e, através das expressões 8.23 e 8.24, verificar qual a armadura necessária para vencer o esforço actuante ao longo da viga.

O processo de cálculo anterior deveria ser efectuado para todas as vigas dos pisos elevados, mas como o programa de cálculo utilizado efectua o dimensionamento das vigas tendo em conta a sua capacidade real, apenas é necessária a escolha da armadura tendo em consideração os seus espaçamentos e comprimentos das zonas críticas, devendo estes últimos ser determinados à parte.

No caso das vigas que são apoiadas por outras vigas, o EC2 no art.º 9.2.5 prevê a utilização de uma armadura complementar dimensionada de modo a resistir à reacção mútua existente nestes casos. Esta



reação foi calculada e verificada pela própria armadura transversal existente nessas vigas, não tendo sido assim necessário a adoção de uma armadura de suspensão complementar à de esforço transversal existente nestas vigas.

Todos os valores referentes a armaduras das vigas, assim como as verificações necessárias, encontram-se no Anexo 7.

## 8.2.2 Pilares

Segundo o art.º 9.5.1 (1) do EC2, um pilar constitui um elemento vertical cuja maior dimensão  $h$  não é superior a 4 vezes a menor dimensão  $b$ . Caso contrário deve ser considerado e dimensionado como uma parede. Na estrutura em estudo existem alguns casos de paredes estruturais, pelo que o seu processo de dimensionamento será abordado no capítulo “8.2.3 – Paredes Estruturais”.

### 8.2.2.1 Armadura Longitudinal

Como descrito no art.º 9.5.2 do EC2, o diâmetro mínimo a utilizar nas armaduras longitudinais dos pilares encontra-se indicado em Anexo Nacional, sendo o seu valor mínimo de 10 mm. Ainda neste artigo, é referida uma área total de armadura longitudinal mínima, sendo esta dada pela seguinte expressão:

$$A_{s,min} = \frac{0,10 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} \geq 0,002 \cdot A_c \quad (8.34)$$

Em que:

- $N_{Ed}$  – Valor de cálculo do esforço normal de compressão;
- $f_{yd}$  – Valor de cálculo da tensão de cedência das armaduras;
- $A_c$  – Área da secção de betão.

Em termos de área máxima da armadura longitudinal, segundo o art.º 9.5.2 (3) do EC2, esta não deve ser superior a  $0,04A_c$  fora das zonas de emendas por sobreposição, nem a  $0,08A_c$  nas zonas de emendas por sobreposição. Deve ter-se também em atenção à colocação de pelo menos um varão em cada ângulo dos pilares com secção transversal.

Além do disposto no art.º anterior do EC2, o EC8 no art.º 5.4.3.2.2 (1)P limita ainda a taxa de armadura longitudinal entre 1% e 4% da área da secção de betão e no caso de existirem secções transversais simétricas deverão também adoptar-se, igualmente, armaduras longitudinais simétricas.

Deve ainda ser colocado ao longo de cada face do pilar pelo menos um varão intermédio, entre os varões de canto, de forma a assegurar a integridade dos nós viga-pilar (art.º 5.4.3.2.2 (2)P do EC8).

De referir que foi tido em consideração que a quantidade de armadura longitudinal colocada na base de um elemento vertical do piso inferior não deve ser inferior à colocada no troço do piso superior.

No que respeita à gama de varões a utilizar para um dado elemento vertical, foi tido o cuidado de não utilizar diâmetros de varões muito diferentes para um mesmo troço de elemento. Este zelo foi também aplicado aos elementos horizontais.

### 8.2.2.2 Armadura Transversal

De acordo com o art.º 9.5.3 (1) do EC2, o diâmetro das armaduras transversais nos pilares não deve ser inferior a 6 mm ou a um quarto do diâmetro máximo dos varões longitudinais. Na pormenorização dos pilares do edifício em estudo não foram utilizados varões com diâmetros inferiores a 8 mm.

Em relação ao espaçamento das armaduras transversais, este não deve exceder  $s_{cl,tmax}$ , sendo que este espaçamento é definido no Anexo Nacional e dado pela seguinte expressão (art.º NA.2.3 i) do EC2):

$$s_{cl,tmax} = \min\{15\phi_{min,l}; b_c; 300\} \quad (8.35)$$

Em que:

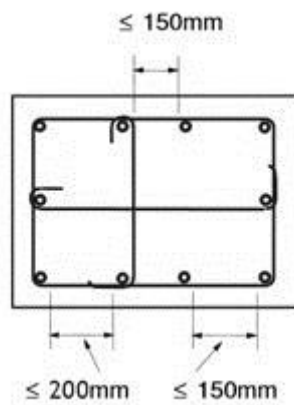
- $s_{cl,tmax}$  - Espaçamento longitudinal máximo das armaduras transversais;
- $\phi_{min,l}$  - Diâmetro mínimo dos varões longitudinais;
- $b_c$  - Menor dimensão da secção transversal do pilar (em milímetros).

No entanto, o EC2 no art.º 9.5.3 (4) estabelece que  $s_{cl,tmax}$  deve ser reduzido por um factor igual a 0,6 nas seguintes situações:

- Em secções localizadas a uma distância não superior à maior dimensão da secção transversal do pilar, acima ou abaixo de uma viga ou de uma laje;
- Nas zonas de emendas por sobreposição, se o diâmetro máximo dos varões longitudinais for superior a 14 mm.

No edifício em estudo, uma vez que as zonas de sobreposição são difíceis de prever e nem sempre são cumpridas em obra, optou-se por reduzir todos os afastamentos por este factor, sendo que assim o projectista é colocado do lado da segurança.

Relativamente ao art.º 9.5.3 (6) do EC2, este refere que cada varão ou agrupamento de varões colocado num canto deve ser travado por meio de armaduras transversais e que, numa zona de compressão, nenhum varão deve ficar localizado a mais de 150 mm de um varão travado. Por outro lado o EC8, no art.º 5.4.3.2.2 (11) b), limita a distância entre varões longitudinais consecutivos abraçados por cintas ou ganchos a 200 mm. Devido à possível incerteza que estes artigos oferecem, dispõe-se na figura a seguir apresentada, a filosofia de espaçamentos adoptada no presente trabalho:



**Figura 16 - Espaçamentos entre varões longitudinais adoptados para elementos verticais.**

À semelhança do que acontece com as vigas, também nos pilares são estabelecidas condições relativas às zonas críticas pelo EC8.

O comprimento das zonas críticas dos pilares,  $l_{cr}$ , é determinado através da seguinte expressão (art.º 5.4.3.2.2 (4) do EC8):

$$l_{cr} = \max\{h_c; l_{cl}/6; 0,45\} \quad (8.36)$$

Em que:

- $h_c$  – Maior dimensão da secção transversal do pilar (em metros);
- $l_{cl}$  – Comprimento livre do pilar (em metros).

No entanto, como referido no art.º 5.4.3.2.2 (5)P do EC8, caso a relação de  $l_{cl}/h_c$  seja inferior a 3, toda a altura do pilar sísmico primário deve ser considerada como zona crítica, devendo este ser armado como tal.

Referindo agora o art.º 5.4.3.2.2 (10)P e (11) do EC8, as zonas críticas dos pilares devem respeitar as seguintes condições:

- Diâmetro das armaduras transversais não deve ser inferior a 6 mm, como já referido;
- O espaçamento entre varões longitudinais consecutivos abraçados por cintas ou ganchos não deve ser superior a 200mm;

- O afastamento,  $s$ , entre cintas não deve ser superior a:

$$s = \min\{b_o/2 ; 175; 8d_{bL}\} \quad (8.37)$$

Em que:

- $b_o$  – Menor dimensão do núcleo de betão em relação ao eixo das cintas (em milímetros);
- $d_{bL}$  – Diâmetro mínimo dos varões longitudinais (em milímetros).

De referir o art.º 5.4.3.2.2 (12)P, que remete para que caso o esforço normal reduzido dos pilares sísmicos primários, para a situação de projecto sísmica, seja inferior a 0,2 e o valor do coeficiente de comportamento não superior a 2,0, as zonas críticas podem ser dimensionadas como indicado no EC2. Foi possível adoptar este artigo para alguns dos elementos verticais da estrutura.

É também importante referir o art.º 5.9 (1) do EC8 que, devido à particular vulnerabilidade das paredes de enchimento nos pisos térreos, prescreve que, na falta de um método mais preciso, a altura total dos pilares deste piso deverá ser considerada como zona crítica. Esta prescrição foi adoptada no presente trabalho.

Tendo em consideração todas as condições estabelecidas pelo EC2 e EC8, encontram-se no Anexo 8 do presente trabalho, os valores referentes aos comprimentos das zonas críticas e aos espaçamentos máximos da armadura transversal, dentro e fora das zonas críticas.

### 8.2.2.3 Armadura de Confinamento

Como referido no art.º 5.4.3.2.2 (8) do EC8, se em qualquer ponto da secção transversal de um elemento sísmico primário vertical for atingida uma extensão no betão superior a  $\varepsilon_{cu2} = 0,0035$ , a perda de resistência devida ao destacamento do betão deve ser compensada através de um adequado confinamento do núcleo de betão. Assim, a armadura de confinamento dos pilares deve satisfazer a seguinte expressão:

$$\alpha\omega_{wd} \geq 30\mu_\phi\nu_d \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0,035 \quad (8.38)$$

Sendo:

- $\omega_{wd}$  – Taxa mecânica volumétrica das cintas na zona crítica, definida pela seguinte expressão:

$$\omega_{wd} = \frac{\text{volume das cintas}}{\text{volume do núcleo de betão}} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (8.39)$$

- $\nu_d$  – Esforço normal reduzido de cálculo ( $\nu_d = N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd}$ );
- $\varepsilon_{sy,d}$  – Valor de cálculo da extensão de cedência à tracção do aço;
- $b_c$  – Largura da secção transversal do pilar;
- $b_o$  – Largura do núcleo confinado (em relação ao eixo das cintas);
- $\alpha$  – Coeficiente de eficácia do confinamento, igual a  $\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$ , com:

$$\alpha_n = 1 - \sum_n b_i^2 / 6b_o h_o \quad (8.40)$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2b_o}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2h_o}\right) \quad (8.41)$$

Em que:

- $n$  – Número total de varões longitudinais abraçados lateralmente por cintas ou ganchos;
- $b_i$  – Distância entre varões consecutivos abraçados;
- $h_o$  – Altura do núcleo confinado (medida ao eixo das cintas).

É ainda definido no art.º 5.4.3.2.2 (9) do EC8 que na zona crítica dos pilares sísmicos primários,  $\omega_{wd}$  não deverá ser inferior a 0,08.

#### 8.2.2.4 Dimensionamento

Tal como acontece com as vigas, os esforços dos pilares sísmicos primários devem ser calculados de acordo com a regra de cálculo pela capacidade real (art.º 5.4.2.3 do EC8). No entanto, como referido anteriormente, o programa de cálculo automático utilizado já considera esta regra no dimensionamento dos pilares. Deste modo, apresenta-se de seguida um exemplo de dimensionamento para o pilar P1 do piso 2.

De acordo com o art.º 4.4.2.3 do EC8, nos edifícios constituídos por vários pisos, deve evitar-se a formação de um mecanismo plástico de piso flexível, uma vez que este mecanismo pode requerer condições de ductilidade excessivas para os pilares deste. Para que este fenómeno seja satisfeito deve-se assegurar que as deformações inelásticas ocorram nos elementos e zonas que sejam capazes de garantir, não só um comportamento dúctil mas também uma boa dissipação de energia. Deste modo, o EC8 preconiza que deve ser garantida em todos os nós das vigas com os pilares sísmicos primários, a seguinte condição:

$$\sum M_{Rc} \geq 1,3 \sum M_{Rb} \quad (8.42)$$

Em que:

- $\sum M_{Rc}$  – Soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes dos pilares ligados ao nó;
- $\sum M_{Rb}$  – Soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes das vigas ligadas ao nó.

Esta condição tem como principal objectivo que as rótulas plásticas se formem nas vigas e não nos pilares, como referido anteriormente, assegurando assim o princípio de “coluna forte/viga fraca”.

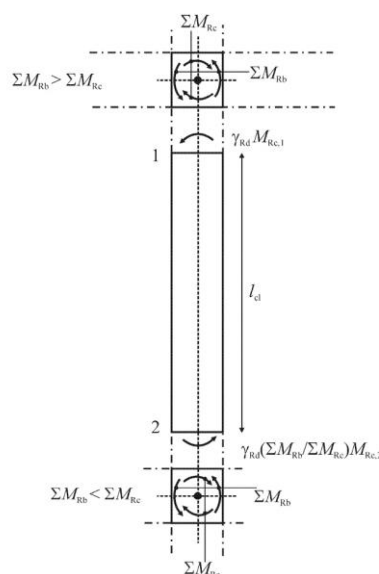
Contudo, esta verificação apenas deve ser efectuada para edifícios com estrutura porticada, incluindo sistemas equivalentes a pórticos, com dois ou mais pisos. Uma vez que a solução estrutural adoptada foi classificada como um sistema torsionalmente flexível, esta condição não foi considerada para o dimensionamento dos pilares do edifício em estudo.

Segundo o art.º 5.4.2.3 do EC8, os valores de cálculo dos esforços transversos devem ser determinados considerando o equilíbrio do pilar sob a acção dos seus momentos nas extremidades  $M_{i,d}$ , associados à formação de rótulas plásticas para os sentidos da acção sísmica (positivos e negativos). Assim, os momentos nas extremidades podem ser calculados através da seguinte expressão (art.º 5.4.2.3 (2) do EC8):

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,i} \cdot \min \left( 1, \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{Rc}} \right) \quad (8.43)$$

Em que:

- $M_{Rc,i}$  – Valor de cálculo do momento resistente do pilar na extremidade  $i$ ;
- $\gamma_{Rd}^{12}$  – Coeficiente que tem em consideração a sobre-resistência por endurecimento do aço e o confinamento do betão na zona de compressão da secção.



**Figura 17 - Valores de cálculo pela capacidade real do esforço transverso em pilares sísmicos primários.**

<sup>12</sup> Considerado igual a 1,10.

Tal como acontece com as vigas, é possível obter a força de corte no pilar, para cada sentido da acção sísmica, através da seguinte expressão:

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{Rc,2} + M_{Rc,1}}{l_{cl}} \quad (8.44)$$

Em que:

- $M_{Rc,1}$  – Momento resistente na extremidade 1 do pilar;
- $M_{Rc,2}$  – Momento resistente na extremidade 2 do pilar;
- $l_{cl}$  – Comprimento livre do pilar.

De acordo com o art.º 5.4.3.2.1 (2) do EC8, a flexão composta desviada pode ser considerada de um modo simplificado, considerando a resistência à flexão composta simples reduzida de 30%. Esta verificação deve ser efectuada separadamente para ambas as direcções.

À semelhança das vigas, importa conhecer a posição da linha neutra para o cálculo do momento resistente. A linha neutra é determinada através da seguinte expressão:

$$x = \frac{N + (A_{s1} - A_{s2}) \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} \quad (8.45)$$

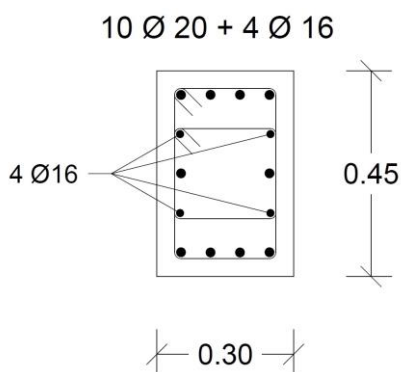
Com a linha neutra calculada, o momento resistente é obtido pela seguinte expressão:

$$M_{Rd} = \left[ A_{s1} \cdot \left( d - \frac{h}{2} \right) + A_{s2} \cdot \left( \frac{h}{2} - d_1 \right) \right] \cdot f_{yd} + 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} \left( \frac{h}{2} - 0,4x \right) \quad (8.46)$$

Em que:

- $x$  – Altura comprimida da secção;
- $N$  – Esforço axial na secção;
- $A_{s1}$  – Área de armadura traccionada;
- $A_{s2}$  – Área de armadura comprimida;
- $h$  – Altura da secção;
- $d$  – Distância entre a fibra mais comprimida da secção e o eixo da armadura traccionada;
- $d_1$  – Distância entre a fibra mais comprimida da secção e o eixo da armadura comprimida.

Já estabelecido o processo de cálculo, efectua-se então o dimensionamento para o pilar considerado, começando por enunciar as suas características, posição da linha neutra e os seus momentos resistentes:



**Tabela 45 - Características pilar P1 (Piso 2).**

Características	Direcção X	Direcção Y
$N_{Ed}$ [kN]	46,949	
$A_{s1}$ [cm <sup>2</sup> ]	12,556	13,446
$A_{s2}$ [cm <sup>2</sup> ]	12,556	13,446
$b$ [m]	0,300	0,450
$h$ [m]	0,450	0,300
$d$ [m]	0,395	0,245
$d_1$ [m]	0,055	0,055
$f_{cd}$ [MPa]	20,000	
$f_{yd}$ [MPa]	434,783	
$x$ [m]	0,0010	0,007
$M_{Rd}$ [kN·m]	195,996	117,996

**Figura 18 - Armadura longitudinal pilar P1.**

Conhecidos os momentos resistentes do pilar P1 em ambas as direcções, determinam-se então os esforços transversos de cálculo para as duas direcções consideradas:

**Tabela 46 - Esforço transversal de cálculo do pilar P1 (piso 2) segundo a direcção x.**

Pilar	$l_{cl}$ [m]	$\gamma_{Rd}$	$M_{Rd,x}$ [kN·m]	$V_{Ed,calc x}$ [kN]
P1	3,00	1,10	195,996	143,731

**Tabela 47 - Esforço transversal de cálculo do pilar P1 (piso 2) segundo a direcção y.**

Pilar	$l_{cl}$ [m]	$\gamma_{Rd}$	$M_{Rd,y}$ [kN·m]	$V_{Ed,calc y}$ [kN]
P1	3,00	1,10	117,996	86,530

Com o valor do esforço transversal condicionante obtido, determina-se então qual o espaçamento a adoptar para as cintas da zona crítica do pilar. Neste caso, uma vez que existe uma parede de alvenaria não estrutural apenas de um dos lados do pilar, prolongando-se esta em toda a altura livre do pilar, a altura total do pilar foi considerada e devidamente armada como zona crítica, tal como disposto no art.º 5.9 (3) do EC8. Deste modo, tendo em consideração o afastamento máximo entre cintas definido na expressão 8.37, considerou-se o seguinte espaçamento para a cintagem do pilar em estudo:

**Tabela 48 - Espaçamento máximo e adoptado para o pilar P1 (piso 2).**

Pilar	$b_o/2$ [mm]	$8 \cdot d_{bL}$ [mm]	175 [mm]	$s_{max}$ [mm]	$s_{adoptado}$ [mm]
P1	101	128	175	101	0,10



Tendo o espaçamento adoptado, efectua-se a verificação da segurança ao esforço transverso:

**Tabela 49 - Esforço transverso resistente máximo do pilar P1 (piso 2).**

Pilar	Direcção	$\alpha_{cw}$	$b_w$ [m]	$h_w$ [m]	$z$ [m]	$v_1$	$f_{cd}$ [MPa]	$\theta$ [°]	$V_{Rd,max}$ [kN]
P1	X	1,00	0,450	0,300	0,221	0,528	20,000	45	523,908
	Y		0,300	0,450	0,356				563,112

**Tabela 50 - Valor de cálculo do esforço transverso resistente equilibrado pela resistência da armadura transversal na zona crítica do pilar P1 (piso 2).**

Pilar	Direcção	$N_{Ramos}$	Armadura	$A_s/s$ [cm²/m]	$z$ [m]	$f_{ywd}$ [MPa]	$\theta$ [°]	$V_{Rd,s}$ [kN]
P1	X	4	Ø8 // 0,10	20,106	0,221	434,783	45	192,757
	Y	2	Ø8 // 0,10	10,053	0,356			155,385

Como se pode verificar, o valor de cálculo do esforço transverso actuante é inferior ao resistente equilibrado pela resistência da armadura transversal na zona crítica do pilar P1, garantindo-se assim a segurança em relação ao esforço transverso.

É importante referir que o cálculo atrás efectuado só se inicia depois da armadura longitudinal do pilar estar definida, uma vez que são necessários os momentos resistentes do pilar.

De modo a prevenir uma eventual perda de resistência devida ao destacamento do betão, é ainda necessário garantir um confinamento adequado nas zonas críticas da secção transversal do pilar. Este confinamento é garantido assegurando que a condição imposta pela expressão 8.38 é verificada. No entanto, através do art.º 5.4.3.2.2 (12)P, como o pilar P1 no piso 2 possui um esforço normal reduzido, para a pior situação de projecto sísmica, inferior a 0,2, as armaduras transversais na sua zona crítica podem ser determinadas de acordo com o EC2. Contudo, a título de exemplo, efectuem-se de seguida os cálculos para o pilar em estudo.

$$\alpha\omega_{wd} \geq 30 \times 3,201 \times 0,056 \times 0,002175 \times \frac{0,300}{0,202} - 0,035 = -0,013 \quad (8.47)$$

$$\alpha_n = 1 - \frac{(2 \times 0,194^2) + (4 \times 0,086^2) + (2 \times 0,1725^2)}{6 \times 0,202 \times 0,352} = 0,615 \quad (8.48)$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{0,100}{2 \times 0,202}\right) \times \left(1 - \frac{0,100}{2 \times 0,352}\right) = 0,646 \quad (8.49)$$

$$\alpha = 0,615 \times 0,646 = 0,397 \quad (8.50)$$

$$\omega_{wd} = \frac{(\pi \times 0,004^2) \times (1,16 + 0,81) \times 434,783}{(0,202 \times 0,352) \times 0,100 \times 20,000} = 0,303 \quad (8.51)$$

$$\alpha\omega_{wd} = 0,120 > -0,013 \quad (8.52)$$

Como podemos comprovar a expressão 8.38 é verificada e o valor de  $\omega_{wd}$  é superior a 0,08, como requerido no art.º 5.4.3.2.2 (9) do EC8. Deste modo, considera-se verificada a armadura de confinamento para o pilar P1 do piso 2.

Todo este procedimento, à excepção do cálculo dos comprimentos das zonas críticas, assim como o espaçamento da armadura transversal e verificação da armadura de confinamento, deveria ser realizado para todos os pilares mas, à semelhança do que acontece com as vigas, o programa de cálculo utilizado já fornece os valores de área de armaduras considerando os critérios prescritos no EC2 e EC8.

Todos os valores correspondentes às armaduras dos pilares podem ser consultados no Anexo 9.

### 8.2.3 Paredes Estruturais

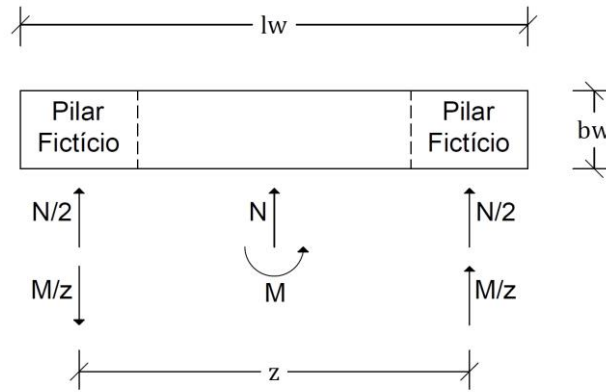
Este subcapítulo é referente a paredes de betão armado, em que o seu comprimento é igual ou superior a quatro vezes a sua largura e em que a armadura é considerada no cálculo da capacidade resistente. Não considerando as paredes dos muros de contenção, no edifício em estudo as paredes estruturais que constituem a estrutura são as que constituem as duas caixas de elevador, a parede P17, P35, P36, P40, P41 e P44.

No dimensionamento das paredes foi utilizado o método dos pilares fictícios, método este proposto também pelo EC8. Este conceito tem por base concentrar as armaduras de flexão nas extremidades da parede, zona dos pilares fictícios, uma vez que é aqui que se concentram a maior parte dos esforços.

Relativamente às paredes de contenção dos pisos enterrados, estas serão analisadas no capítulo correspondente.

#### 8.2.3.1 Armadura Vertical

A armadura longitudinal dos pilares fictícios pode ser calculada tendo em consideração o equilíbrio de esforços que actuam na parede. Este equilíbrio é representado pela seguinte figura:



**Figura 19 - Método dos pilares fictícios.**

Em que:

- $N$  – Esforço normal actuante;
- $M$  – Momento flector actuante;
- $lw$  – Comprimento da secção transversal da parede;
- $bw$  – Espessura da secção transversal da parede;
- $z$  – Braço do binário das forças interiores.

Deste modo, a força de cálculo de tracção,  $F_s$ , a actuar nos pilares fictícios e área de armadura,  $A_s$ , necessária para resistir a essa força são dadas pelas seguintes expressões:

$$F_s = \frac{M}{z} \pm \frac{N}{2} \quad (8.53)$$

$$A_s = \frac{F_s}{f_{syd}} \quad (8.54)$$

Relativamente à armadura vertical das paredes, o EC2 no art.º 9.6.2 (1) prescreve que esta deve estar compreendida entre:

$$0,002A_c < A_{s,v} < 0,04A_c \quad (8.55)$$

Sendo que estes limites de área mínima e máxima correspondem a  $A_{s,vmin}$  e  $A_{s,vmax}$ , respectivamente.

O espaçamento máximo a adoptar entre dois varões é sugerido no art.º 9.6.2 (3) do EC2, devendo este ser menor do que o menor dos seguintes valores:

- 3 vezes a espessura da parede;
- 400mm.

Em relação aos pilares fictícios, o EC8 indica no art.º 5.4.3.4.2 (8) que a área de armadura longitudinal não deve ser inferior a 0,5% da área da secção de betão considerada para estes.

É também importante referir o art.º 5.4.3.4.1 (2) do EC8, que refere que o valor do esforço normal reduzido nas paredes não deve ser superior a 0,4.

### 8.2.3.2 Armadura Horizontal

De acordo com o art.º 9.6.3 (1) do EC2, a armadura horizontal de uma parede não deve ser inferior ao maior dos seguintes valores:

- 25% da área da armadura vertical da parede;
- 0,1% da área de betão da secção transversal da parede.

### 8.2.3.3 Armadura Transversal

Segundo o art.º 9.6.4 (1) do EC2, deverão dispor-se armaduras transversais, sob a forma de estribos ou ganchos e de acordo com os requisitos relativos aos pilares, quando em qualquer parte da parede a área total de armadura vertical nas duas faces for superior a 2% da área de betão da secção transversal da mesma.

No caso da armadura principal colocada mais próxima das faces da parede, deverá ser utilizada uma armadura transversal constituída por pelo menos 4 estribos por m<sup>2</sup> de área da parede.

### 8.2.3.4 Armadura de Confinamento

De acordo com o art.º 5.4.3.4.2 (1) do EC8, a altura da zona crítica  $h_{cr}$  acima da base de uma parede, onde deve ser considerada uma dada armadura de confinamento, é obtida através das seguintes expressões:

$$h_{cr} = \max[l_w; h_w/6] \quad (8.56)$$

$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2 \cdot l_w & \text{se } n \leq 6 \text{ pisos} \\ h_s & \text{se } n \geq 7 \text{ pisos} \end{cases} \quad (8.57)$$

Em que:

- $l_w$  – Maior dimensão da secção transversal da parede;
- $h_w$  – Altura total da parede acima da fundação ou acima do nível superior de uma cave rígida;

- $h_s$  – Altura livre do piso;
- $n$  – Número de pisos elevados.

Segundo o art.º 5.4.3.4.2 (6) do EC8, a armadura de confinamento deve ainda prolongar-se horizontalmente segundo um comprimento  $l_c$ . O comprimento do elemento de extremidade confinado, deve portanto ser calculado através da seguinte expressão:

$$l_c = x_u(1 - \varepsilon_{cu2}/\varepsilon_{cu2,c}) \quad (8.58)$$

Com:

$$x_u = (v_d + w_v) \frac{l_w b_c}{b_o} \quad (8.59)$$

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{h_c b_c f_{cd}} \quad (8.60)$$

$$\omega_v = \left( \frac{A_{sv}}{h_c b_c} \right) \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (8.61)$$

$$\varepsilon_{cu2} = 0,0035 \quad (8.62)$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0,0035 + 0,1\alpha\omega_{wd} \quad (8.63)$$

Em que:

- $x_u$  – Profundidade do eixo neutro;
- $\varepsilon_{cu2}$  – Extensão última do betão não confinado;
- $\varepsilon_{cu2,c}$  – Extensão última do betão confinado;
- $v_d$  – Esforço normal normaizado por  $h_c b_c f_{cd}$ ;
- $N_{Ed}$  – Esforço normal para a situação de projecto sísmica mais desfavorável;
- $h_c$  – Comprimento da alma da secção transversal da parede;
- $b_c$  – Largura da alma da secção transversal da parede;
- $\omega_v$  – Taxa mecânica da armadura vertical de alma;
- $A_{sv}$  – Área total de armadura vertical de alma da parede.

No entanto, o comprimento de extremidade do elemento tem que garantir sempre, como condição mínima, a verificação da seguinte expressão:

$$l_c \geq \max\{0,15 \cdot l_w; 1,50 \cdot b_w\} \quad (8.64)$$

Em relação à espessura dos elementos de extremidade  $b_w$ , segundo o art.º 5.4.3.4.2 (10) do EC8, esta não deve ser inferior a 200 mm e deve satisfazer as seguintes condições:

$$b_w \geq \begin{cases} \frac{h_s}{15} & \text{se } l_c \leq \max\{2b_w; 0,2l_w\} \\ \frac{h_s}{10} & \text{se } l_c > \max\{2b_w; 0,2l_w\} \end{cases} \quad (8.65)$$

Para que a armadura de confinamento seja verificada, tal como acontece nos pilares, o EC8 no art.º 5.4.3.4.2(4) prescreve que a taxa mecânica volumétrica de armadura de confinamento necessária,  $\omega_{wd}$ , deve nos elementos de extremidade verificar a seguinte condição:

$$\alpha\omega_{wd} \geq 30\mu_\phi(v_d + \omega_v)\varepsilon_{sy,d} \frac{b_c}{b_0} - 0,035 \quad (8.66)$$

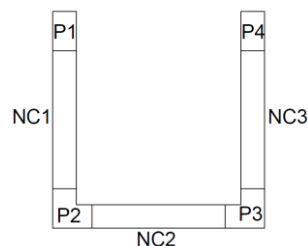
Fora das zonas consideradas críticas, segundo o art.º 5.4.3.4.2 (11) do EC8, as armaduras verticais, horizontais e transversais devem ser calculadas como indicado no EC2.

Caso o valor do esforço normal reduzido de cálculo  $v_d$  seja igual ou inferior a 0,15, ou se o seu valor não for superior a 0,20 com a condição do coeficiente de comportamento  $q$  ser reduzido de 15%, a armadura transversal dos pilares fictícios poderá ser determinada de acordo com o EC2.

### 8.2.3.5 Dimensionamento

O exemplo apresentado neste subcapítulo foi o das paredes constituintes da caixa de elevador 1 no piso 0, onde se irá proceder ao dimensionamento e análise de cada parede constituinte do núcleo isoladamente.

É importante referir que, de acordo com o art.º 5.4.3.4.1 (4) do EC8, o núcleo em estudo deveria ter sido considerado como uma secção única. No entanto, de modo a simplificar os cálculos optou-se por dimensionar cada parede do núcleo como sendo uma parede isolada. Assim, a caixa de elevador foi dividida da seguinte forma e com os seguintes pilares fictícios:



**Figura 20 - Paredes e pilares fictícios considerados na Caixa de Elevador 1.**

A altura crítica da parede foi calculada através das expressões 8.56 e 8.57, obtendo-se assim, para a parede condicionante, a seguinte altura crítica:

**Tabela 51 - Altura crítica da caixa de elevador 1.**

$l_w$ [m]	$h_s$ [m]	$n_{pisos\ elevados}$	$h_w$ [m]	$h_{cr}$ [m]
2,20	3,50	3	10,50	2,20

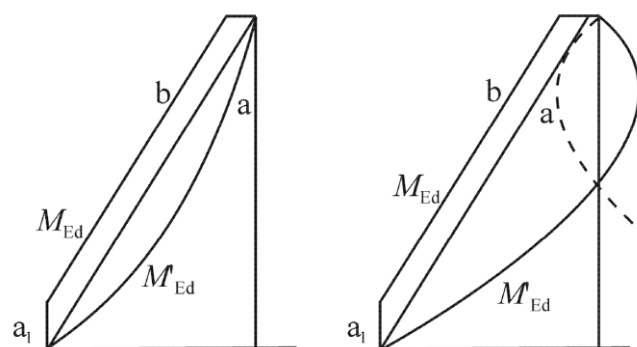
Com a altura crítica definida, calculou-se o comprimento e espessura dos pilares fictícios, obtendo-se:

**Tabela 52 - Características das paredes e respectivos pilares fictícios considerados.**

Parede	$l_w$ [m]	$l_c$ [m]	$b_c = b_w$ [m]	$z$ [m]
NC1	2,20	0,40	0,24	1,80
NC2	2,15	0,40	0,24	1,75
NC3	2,20	0,40	0,24	1,80

Com as características das paredes e respectivos elementos de extremidade calculadas, retiraram-se do programa de cálculo utilizado os valores de esforço normal e momentos flectores segundo as duas direcções ortogonais consideradas.

De acordo o art.º 5.4.2.4 (5) do EC8, o diagrama de momentos flectores ao longo da altura da parede deverá ser determinado por uma envolvente do diagrama de momentos flectores obtido da análise e deslocado verticalmente, como mostra a seguinte figura:



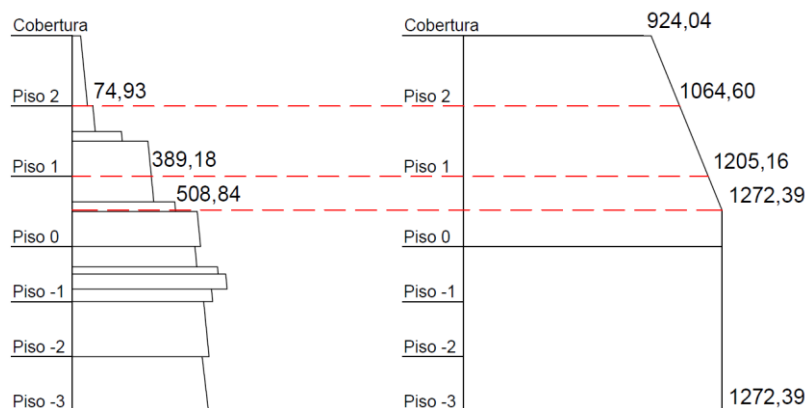
**Figura 21 - Envolvente de momentos flectores de cálculo.**

Em que:

- a – Diagrama de momentos obtido da análise;
- b – Envolvente de cálculo;
- $a_1^{13}$  – Deslocamento vertical.

<sup>13</sup> O deslocamento vertical foi calculado através da seguinte expressão  $a_1 = z \cdot \cot(\theta)$ . O valor de  $\theta$  utilizado, consistente com a inclinação das escoras de betão consideradas na verificação ao esforço transversal, foi de 45°.

A título de exemplo apresenta-se na figura seguinte a envolvente de momentos e esforço axial para a parede NC1 segundo a direcção  $x$  (momento condicionante):



**Figura 22 - Envolvente de momentos (à direita) segundo a direcção  $x$  e respectivo esforço axial (à esquerda) correspondente da parede NC1.**

Os restantes diagramas utilizados para o cálculo das paredes dos núcleos de elevador, podem ser consultados no Anexo 10.

De referir que uma vez que o EC8, para paredes dúcteis, não faz referência ao esforço axial a utilizar, considerou-se, através do art.º 5.4.2.5 (4) do EC8, que os esforços dinâmicos adicionais desenvolvidos na parede como sendo iguais a 50% do esforço normal na parede devido às forças gravíticas presentes na situação de projecto sísmica. Este esforço foi considerado com um sinal positivo ou negativo consoante a situação mais desfavorável. Assim, obteve-se a seguinte expressão para o esforço axial de cálculo:

$$N_{Ed} = (\Sigma G + \Sigma \psi_E \cdot Q) \pm 0,5 \cdot (\Sigma G + \Sigma \psi_E \cdot Q) = 0,5 \cdot (\Sigma G + \Sigma \psi_E \cdot Q) \quad (8.67)$$

No entanto, para o cálculo do esforço axial reduzido,  $\nu_d$ , o valor utilizado foi o mais desfavorável das combinações sísmicas utilizadas.

Obtiveram-se assim os seguintes esforços e respectivas áreas de armadura vertical para os pilares fictícios de cada parede e troço correspondente da caixa de elevadores 1:

**Tabela 53 - Esforços de cálculo da Caixa de Elevadores 1.**

Elemento	Troço	$N_{Ed}$ [kN]		$M_{Ed,x}$ [kN·m]	$M_{Ed,y}$ [kN·m]
		Mínimo	$0,5(\Sigma G + \Sigma \psi_E \cdot Q)$		
NC1	Piso 0 - Piso 1	-2370,99	-254,42	1272,39	-
NC2	Piso 0 - Piso 1	-3615,98	-90,13	-	1603,39
NC3	Piso 0 - Piso 1	-3581,44	-188,47	1525,73	-



**Tabela 54 - Áreas de armadura vertical necessárias dos pilares fictícios de cada parede.**

Elemento	Troço	$A_c$ [m <sup>2</sup> ]	$v_d$	$A_{s,v}$ [cm <sup>2</sup> ]
NC1	Piso 0 - Piso 1	0,53	0,22	13,33
NC2	Piso 0 - Piso 1	0,52	0,35	20,04
NC3	Piso 0 - Piso 1	0,53	0,34	17,33

Com as áreas de armadura necessárias para cada elemento de extremidade, foram então adoptadas as seguintes armaduras verticais para cada pilar fictício:

**Tabela 55 - Armaduras verticais e respectivas áreas adoptadas para os pilares fictícios da caixa de elevador 1 no piso 0.**

Troço	Pilar Fictício	$A_{s,vmin}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,v}$ [cm <sup>2</sup> ]	Armaduras adoptadas	$A_{s,v adoptada}$ [cm <sup>2</sup> ]
Piso 0	P1	4,80	13,33	4 Ø 16 + 6 Ø 12	14,83
	P2	6,72	33,37	8 Ø 20 + 4 Ø 16	33,18
	P3	6,72	37,36	12 Ø 20	37,70
	P4	4,80	17,33	10 Ø 16	20,11

Para a alma da parede, área de betão entre os pilares fictícios, foi tida em consideração a armadura mínima prescrita pelo EC2 no art.º 9.6.2 (1). Assim foi adoptada a seguinte armadura vertical para a alma da parede:

**Tabela 56 - Armaduras verticais e respectivas áreas adoptadas para as almas das paredes da caixa de elevador 1.**

Troço	Elemento	$A_c$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{s,vmin}$ [cm <sup>2</sup> ]	Armadura adoptada	$A_{s,v adoptada}$ [cm <sup>2</sup> ]
Todos	NC1	0,34	6,72	12 Ø 10	9,42
	NC2	0,32	6,48	16 Ø 10	12,57
	NC3	0,34	6,72	12 Ø 10	9,42

Definidas as armaduras verticais de cada parede, obtiveram-se as áreas verticais de cada parede, como ilustrado na seguinte tabela:

**Tabela 57 - Áreas finais da armadura vertical adoptada nas paredes constituintes da caixa de elevador 1.**

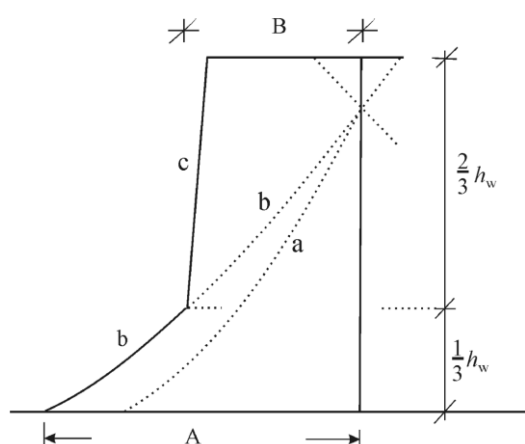
Troço	Elemento	$A_c$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{s,vmin}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,v total}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vmax}$ [cm <sup>2</sup> ]
Piso 0	NC1	0,53	10,56	40,84	211,20
	NC2	0,52	10,32	48,00	206,40
	NC3	0,53	10,56	48,38	211,20

Como se verifica pela tabela anterior, as áreas de armadura totais adoptadas são inferiores a 2% da área de betão de cada parede. Deste modo, de acordo com o art.º 9.6.4 (1) do EC2, não seriam necessárias armaduras transversais para o núcleo de elevador em estudo. No entanto, uma vez que este trabalho tem um carácter académico, foi considerada a necessidade destas armaduras para a alma da parede, obtendo-se assim as seguintes armaduras transversais:

**Tabela 58 - Armadura transversal na almas das paredes da caixa de elevador 1.**

Elemento	Armadura adoptada	$A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]
NC1	Ø8 // 0,175	2,87
NC2	Ø8 // 0,175	2,87
NC3	Ø8 // 0,175	2,87

Com a armadura vertical definida, calculou-se a armadura horizontal necessária para resistir ao esforço transversal de cálculo de cada parede. Para ter em consideração as incertezas relacionadas com os efeitos dos modos mais elevados, foi utilizada uma envolvente de cálculo dos esforços transversos, de acordo com a Figura 23.



**Figura 23 - Envolvente de cálculo dos esforços transversos para paredes.**

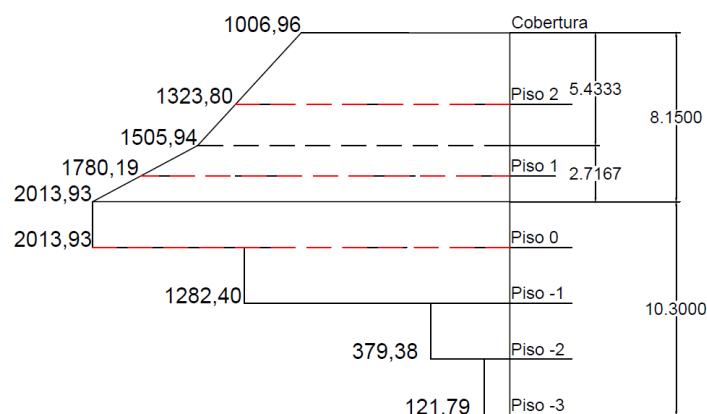
Em que:

- a – Diagrama dos esforços transversos obtidos na análise;
- b – Diagrama dos esforços transversos majorados;
- c – Envolvente de cálculo;
- $A^{14}$  – Valor do esforço transversal de cálculo na base da parede ( $V_{base,paredes}$ );

<sup>14</sup>O valor do esforço transversal de cálculo na base da parede utilizado foi igual a 1,5 vezes o valor do esforço transversal actuante na base da parede, considerando assim a possibilidade de um aumento do valor de esforço transversal após a plastificação na base de uma parede sísmica primária.

- $B^{15}$  – Valor do esforço transversal de cálculo no topo da parede ( $V_{parede,topo} \geq V_{base,parede}/2$ ).

A título de exemplo apresenta-se na figura seguinte a envolvente do esforço transversal de cálculo para a parede NC1 segundo a direcção y (esforço transversal condicionante):



**Figura 24 - Envoltória de cálculo dos esforços transversos na parede NC1 da caixa de elevador 1.**

De referir que o esforço transversal máximo nesta parede ocorre entre o piso 0 e o piso 1 devido ao patim das escadas que se encontra unido com a parede NC1 da caixa de elevador 1. Deste modo, a altura  $h_w$  considerada foi a altura de parede acima deste esforço transversal máximo.

De salientar também que o valor do esforço transversal de cálculo utilizado nos pisos enterrados foi de 1,5 vezes o valor de esforço transversal condicionante para cada troço.

Com as envoltórias de cálculo do esforço transversal em cada parede, foram retirados os valores condicionantes para cada troço e verificada a segurança de cada parede através do esforço transversal resistente máximo. Após a verificação ao esforço transversal resistente máximo foi então calculada a armadura a adoptar para resistir ao esforço transversal de cálculo. Assim, obtiveram-se as seguintes tabelas:

**Tabela 59 - Esforços transversos de cálculo do piso 0 e respectivas áreas de armadura necessárias.**

Elemento	Troço	$V_{Ed}$ [kN]	$z$ [m]	$f_{ywd}$ [MPa]	$\theta$ [°]	$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{necessária}$ [cm <sup>2</sup> /m]
NC1	Piso 0 - Piso 1	2013,93	1,80	434,78	45	25,73
NC2	Piso 0 - Piso 1	1833,39				24,10
NC3	Piso 0 - Piso 1	1872,10				23,92

<sup>15</sup> O valor do esforço transversal de cálculo no topo da parede utilizado foi igual a 0,5 vezes o valor do esforço transversal de cálculo na base da parede.

**Tabela 60 - Esforço transversal resistente máximo de cada parede da caixa de elevador 1.**

Elemento	$\alpha_{cw}$	$b_w$ [m]	$h_w$ [m]	$z$ [m]	$\nu_1$	$f_{cd}$ [MPa]	$\theta$ [°]	$V_{Rd,max}$ [kN]
NC1	1,00	0,24	10,50	1,80	0,528	20,00	45	2280,96
NC2	1,00	0,24	10,50	1,75			45	2217,60
NC3	1,00	0,24	10,50	1,80			45	2280,96

**Tabela 61 - Armadura horizontal adoptada e respectivo esforço transversal resistente das paredes da caixa de elevador 1 no piso 0.**

Elemento	Troço	$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{min}$ [cm²/m]	Armadura adoptada	$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{adoptada}$ [cm²/m]	$V_{Rd,s}$ [kN]
NC1	Piso 0 - Piso 1	10,21	Ø10 // 0,050	31,42	2458,64
NC2	Piso 0 - Piso 1	12,00	Ø10 // 0,050	31,42	2390,34
NC3	Piso 0 - Piso 1	12,10	Ø10 // 0,050	31,42	2458,64

De referir que, de maneira a promover uma simetria de armaduras horizontais no núcleo e facilitar o processo construtivo do núcleo de elevador, as armaduras horizontais adoptadas são iguais nos vários troços das paredes NC1 e NC3.

Definida a armadura vertical, transversal e horizontal procedeu-se ao cálculo da armadura de confinamento. Iniciou-se este processo com o cálculo da taxa mecânica de armadura vertical na alma das paredes do núcleo, obtendo-se a seguinte tabela:

**Tabela 62 - Taxa mecânica das armaduras verticais da alma das paredes da caixa de elevador 1.**

Elemento	Troço	$A_{s,v}$ [cm²]	$A_c$ [m²]	$\rho_v$ [%]	$f_{syd}$ [MPa]	$f_{cd}$ [MPa]	$\omega_v$
NC1	Todos	9,42	0,336	0,28	434,78	20,00	0,061
NC2	Todos	12,57	0,324	0,39			0,084
NC3	Todos	9,42	0,336	0,28			0,061

De seguida, tendo em consideração o espaçamento máximo a utilizar, calculou-se o espaçamento a utilizar para as cintas dos pilares fictícios:

**Tabela 63 - Espaçamento máximo e adoptado para as cintas dos pilares fictícios da caixa de elevador 1.**

Troço	Elemento	$b_o/2$ [mm]	175 [mm]	$8 \cdot d_{bL}$ [mm]	$s_{max}$ [m]	$s_{adoptado}$ [m]
$h_{cr}$	NC1	71	175	96	71	0,050
	NC2	71		128	71	0,050
	NC3	71		128	71	0,050

Com o espaçamento definido, adoptou-se a seguinte armadura de confinamento para os pilares fictícios:

**Tabela 64 - Armadura de confinamento adoptada para a caixa de elevador 1.**

Troço	Elemento	Armadura adoptada
$h_{cr}$	NC1	Ø 8 // 0,050
	NC2	Ø 8 // 0,050
	NC3	Ø 8 // 0,050

Definida a armadura de confinamento, verificou-se se esta verificava a expressão 8.66 obtendo-se as seguintes tabelas:

**Tabela 65 - Dados para a verificação do confinamento da caixa de elevador 1.**

Elemento	Pilar Fictício	$b_c$ [m]	$b_o$ [mm]	$h_c$ [m]	$h_o$ [mm]	$v_d$	$\mu_\phi$	$\varepsilon_{sy,d}$
NC1	P1	0,24	142	0,40	347	0,225	3,213	2,175E-03
	P2	0,24	142	0,40	347		3,213	
NC2	P2	0,24	142	0,40	347	0,350	3,213	
	P3	0,24	142	0,40	347		3,213	
NC3	P3	0,24	142	0,40	347	0,339	3,213	
	P4	0,24	142	0,40	347		3,213	

**Tabela 66 - Verificação do confinamento da caixa de elevador 1.**

Troço	Elemento	Pilar Fictício	$\alpha$	$\omega_{wd}$	$\alpha\omega_{wd} \geq 30\mu_\phi(v_d + \omega_v)\varepsilon_{sy,d} \left(\frac{b_c}{b_o}\right) - 0,035$
$h_{cr}$	NC1	P1	0,475	0,701	$0,333 \geq 0,066$
		P2	0,382	0,448	$0,171 \geq 0,066$
	NC2	P2	0,382	0,948	$0,362 \geq 0,118$
		P3	0,382	0,948	$0,362 \geq 0,118$
	NC3	P3	0,382	0,448	$0,171 \geq 0,106$
		P4	0,475	0,701	$0,333 \geq 0,106$

Conclui-se então que a armadura de cintagem é suficiente para verificar os requisitos do EC8. De referir que também a taxa mecânica volumétrica é verificada, uma vez que esta é superior a 0,08.

Para finalizar, resta verificar se o comprimento dos pilares fictícios cumpre as condições impostas pelo EC8. Desta forma obteve-se a seguinte tabela:

**Tabela 67 - Comprimento dos pilares fictícios da caixa de elevador 1.**

Elemento	$\varepsilon_{cu2}$	$\varepsilon_{cu2,c}$	$l_w$ [m]	$x_u$	$l_c$ [m]	$l_{c,min}$ [m]	$l_{c,adoptado}$ [m]
NC1	0,0035	0,0368	2,20	0,2268	0,21	0,36	0,40
NC2	0,0035	0,0397	2,15	0,3065	0,28	0,36	0,40
NC3	0,0035	0,0368	2,20	0,2268	0,21	0,36	0,40

Como se verifica pela tabela acima apresentada, o comprimento dos pilares fictícios está dentro dos pressupostos do EC8.

Os cálculos das restantes paredes podem ser consultados no Anexo 11.

## 8.2.4 Lajes e Escadas

Uma laje define-se como um elemento estrutural laminar em que actuam cargas perpendiculares ao seu plano médio. No edifício em estudo existem dois tipos de laje: as lajes de pavimento e os paramentos verticais dos muros de contenção. Neste subcapítulo irão estudar-se apenas as lajes de pavimento, lajes vigadas maciças neste caso, que têm a responsabilidade de transmitir as acções a que são sujeitas às vigas que as sustentam.

O dimensionamento das lajes de pavimento e das escadas está sujeito apenas à regulamentação imposta no EC2. Estes elementos foram dimensionados com recurso ao programa de cálculo utilizado.

As quantidades mínimas e máximas de armadura nas direcções principais de flexão de uma laje, são determinadas de acordo com art.º 9.2.1.1 (1) e (3) do EC2. Este artigo, apesar de ser referente às vigas, é utilizado nas lajes com a diferença de, na expressão 8.13,  $b_t$  que assume o valor de 1,0m. Deste modo, os limites de armaduras, mínima e máxima, são os seguintes:

**Tabela 68 - Áreas de armadura mínima e máxima nas lajes.**

$f_{ctm}$ [MPa]	$f_{yk}$ [MPa]	$b_t$ [m]	$e_{laje}$ [m]	$d$ [m]	$A_{s,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,max}$ [cm <sup>2</sup> /m]
2,9	500	1,000	0,200	0,155	2,337	62,000
2,9	500	1,000	0,280	0,235	3,554	94,000

Em relação aos espaçamentos máximos entre varões, estes são referidos no art.º 9.3.1.1 (3) do EC2 como  $s_{max,slabs}$  e assumem os seguintes valores:

- Para armaduras principais:

$$s_{max,slabs} \leq 3h \leq 400 \text{ mm} \quad (8.68)$$

- Para armaduras de distribuição:

$$s_{max,slabs} \leq 3,5h \leq 450 \text{ mm} \quad (8.69)$$

Em zonas com cargas concentradas ou nas zonas de momento máximo, estas disposições passam a ser:

- Para armaduras principais:

$$s_{max,slabs} \leq 2h \leq 250 \text{ mm} \quad (8.70)$$

- Para armaduras de distribuição:

$$s_{max,slabs} \leq 3h \leq 400 \text{ mm} \quad (8.71)$$

A aplicação das expressões anteriores conduziu a um espaçamento máximo de 250 mm, sendo que o valor máximo utilizado foi de 200 mm. Deste modo, foi escolhida uma malha corrida geral de Ø10/0,20m com reforços de armadura onde necessário.

Segundo o art.º 9.3.2 (1) do EC2, para que seja possível adoptar uma armadura de esforço transverso numa laje, esta deve ter uma espessura de pelo menos 200 mm. No entanto, de acordo com o art.º 6.2.1 (4) do EC2, a armadura de esforço transverso pode ser dispensada em lajes maciças, em que é possível a redistribuição transversal das acções. Para que esta armadura seja dispensada, o valor de cálculo da resistência ao esforço transverso,  $V_{Rd,c}$ , destes elementos tem que ser superior ao valor do esforço transverso actuante. Assim, de acordo com o art.º 6.2.2 (1) do EC2, o esforço transverso resistente é dado pela seguinte expressão:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c}k(100\rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1\sigma_{cp}]b_w d \geq [v_{min} + k_1\sigma_{cp}]b_w d \quad (8.71)$$

Em que:

- $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$ ;
- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$ , com  $d$  em mm;
- $\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$ ;
- $k_1 = 0,15$ ;
- $A_{sl}$  – Área da armadura de tracção;
- $b_w$  – Menor largura da secção transversal na área traccionada;
- $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2f_{cd}$  em MPa;
- $N_{Ed}$  – Esforço normal na secção devido às acções aplicadas;
- $A_c$  – Área da secção transversal de betão;
- $v_{min} = 0,035k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ .

A aplicação da expressão anterior conduziu aos seguintes valores de esforço transverso resistente:

**Tabela 69 - Esforço transverso resistente das lajes.**

$C_{Rd,c}$	$k$	$k_1$	Armadura adoptada	$\rho_l$	$f_{ck}$ [MPa]	$v_{min}$ [MPa]	$b_w$ [m]	$d$ [m]	$V_{Rd,c}$ [kN]
0,12	2,00	0,15	Ø10 // 0,200	0,0025	30,00	0,542	1,000	0,155	84,04
0,12	1,92	0,15	Ø10 // 0,200	0,0025	30,00	0,511	1,000	0,235	120,09

Com o esforço transverso resistente calculado, basta compará-lo com o esforço transverso actuante nas várias lajes do edifício. Em nenhuma zona foi detectado um valor superior a  $V_{Rd,c}$ , excepto alguns valores de pico irrelevantes. Deste modo, foi dispensada a necessidade de armaduras de esforço transverso nas lajes e escadas, em que a filosofia seguida foi a mesma das lajes.

Os gráficos resultantes do modelo de cálculo relativos às lajes e escadas podem ser consultados no Anexo 12.

### 8.2.5 Muros de Contenção

O dimensionamento dos muros foi realizado através de um método de cálculo simplificado. Modelaram-se os muros como vigas simplesmente apoiadas e aplicaram-se os carregamentos relativos às acções do solo e das sobrecargas nos arruamentos existentes na periferia de alguns muros. No dimensionamento dos muros foi considerada uma carga distribuída uniforme para os muros com arruamentos na sua periferia e para o impulso gerado pelo terreno foi utilizada uma carga distribuída variável. Estas cargas foram obtidas pelas seguintes expressões:

- Carga uniformemente distribuída:

$$F = 1,5 \times K_0 \times s \quad (8.72)$$

- Carga distribuída variável:

$$F = 1,5 \times K_0 \times Y \times h \quad (8.73)$$

Em que:

- $K_0$  – Coeficiente do impulso em repouso, calculado pela seguinte expressão:

$$K_0 = 1 - \sin(\varphi') \quad (8.74)$$

Sendo:

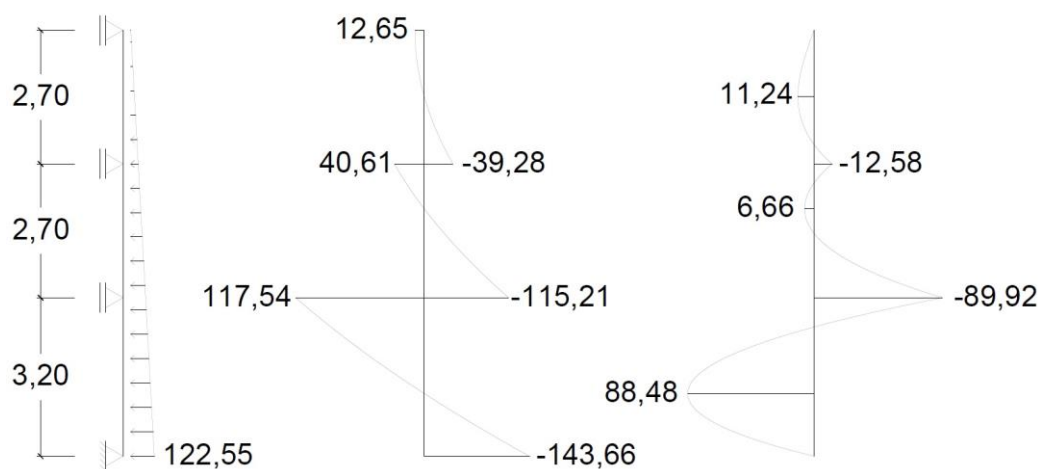
- $\varphi'^{16}$  – Ângulo de atrito interno.
- $s$  – Sobrecarga em arruamentos na periferia do muro ( $s = 10 \text{ kN/m}^2$ );
- $Y$  – Peso volúmico do terreno ( $Y = 19 \text{ kN/m}^3$ );
- $h$  – Altura do muro.

---

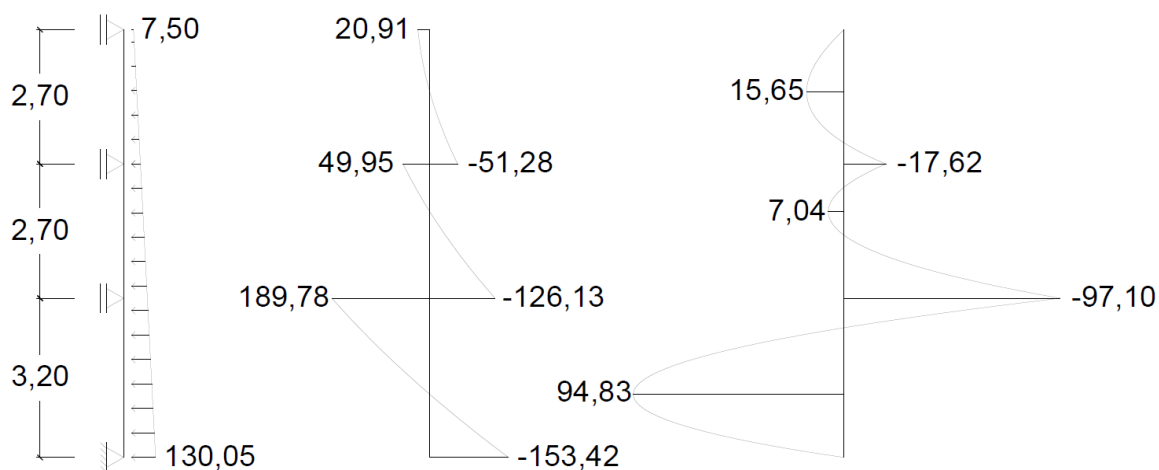
<sup>16</sup> O valor do ângulo de atrito interno considerado foi de 30°.



Assim, foram obtidos os dois tipos de carregamento e respectivos esforços ilustrados nas seguintes figuras:



**Figura 25 - Muro de contenção sem arruamento (diagrama de esforço transversal ao meio e diagrama de momentos à direita).**



**Figura 26 - Muro de contenção com arruamento (diagrama de esforço transversal ao meio e diagrama de momentos à direita).**

Com os esforços actuantes calculados, foram determinadas as amaduras de flexão através das seguintes expressões:

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad (8.75)$$

$$\omega = \mu(1 + \mu) = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,42\mu}}{1,21} \quad (8.76)$$

$$A_s \geq \omega \cdot d \cdot f_{cd} / f_{syd} \quad (8.77)$$

Em que:

- $M_{sd}$  – Valor do momento flector actuante;
- $f_{cd}$  – Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão;
- $f_{syd}$  – Valor de cálculo da tensão de cedência à tracção do aço das armaduras.

Representam-se na tabela a seguir apresentada as armaduras verticais e respectivos momentos resistentes obtidos:

**Tabela 70 - Armaduras adoptadas e respectivos momentos resistentes nos muros de contenção.**

Muro	Troço	Face	Armadura adoptada	$\omega$	$\mu$	$M_{sd}$ [kN·m/m]	$M_{Rd}$ [kN·m/m]
Com Arruamento	Piso 0 a -1	Interior	Ø 12 // 0,250	0,037	0,036	15,65	50,32
		Exterior	Ø 12 // 0,250	0,037	0,036	17,62	50,32
	Piso -1 a -2	Interior	Ø 12 // 0,250	0,037	0,036	7,04	50,32
		Exterior	Ø 12 // 0,125	0,074	0,069	97,10	97,48
	Piso -2 a -3	Interior	Ø 12 // 0,125	0,074	0,069	94,83	97,48
		Exterior	Ø 12 // 0,125	0,074	0,069	97,10	97,48
Sem Arruamento	Piso 0 a -1	Interior	Ø 12 // 0,250	0,037	0,036	11,24	50,32
		Exterior	Ø 12 // 0,250	0,037	0,036	12,58	50,32
	Piso -1 a -2	Interior	Ø 12 // 0,250	0,037	0,036	6,66	50,32
		Exterior	Ø 12 // 0,125	0,074	0,069	89,92	97,48
	Piso -2 a -3	Interior	Ø 12 // 0,125	0,074	0,069	88,48	97,48
		Exterior	Ø 12 // 0,125	0,074	0,069	89,92	97,48

De referir que foram tidos em conta os espaçamentos máximos prescritos no art.º 9.3.1.1 (3) do EC2.

Com as armaduras verticais calculadas, foram então definidas as armaduras horizontais. Uma vez que este muro apenas necessita de ser armado numa só direcção, foi definida, segundo o art.º 7.3.2 (2) do EC2, uma armadura horizontal mínima com vista a limitar a fendilhação no muro. Assim, a armadura horizontal mínima,  $A_{s,min}$ , foi determinada pela seguinte expressão:

$$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} \quad (8.78)$$

Em que:

- $k_c^{17}$  – Coeficiente que tem em consideração a distribuição de tensões na secção;
- $k^{18}$  – Coeficiente que considera o efeito das tensões não uniformes auto-equilibradas;
- $f_{ct,eff}$  – Valor médio da resistência do betão à tracção à data em que se prevê que se possam formar as primeiras fendas ( $f_{ct,eff}$  considerado igual a  $f_{ctm}$ );

<sup>17</sup>  $k_c$  foi considerado com o valor de 1,0 (art. 7.3.2 (2) do EC2).

<sup>18</sup> Segundo o art.º 7.3.2 (2) do EC2, para almas não superiores a 300 mm,  $k$  toma o valor de 1,0.

- $A_{ct}$  – Área da secção de betão traccionado;
- $\sigma_s$  – Valor absoluto da tensão máxima admissível na armadura imediatamente depois de se formar a fenda ( $\sigma_s$  foi considerado igual a  $f_{yk}$ ).

Através da expressão anterior, foi adoptada uma armadura horizontal de Ø12 // 0,125 m por face.

À semelhança do que acontece nas lajes de pavimento, também os muros podem dispensar armadura de esforço transversal. Deste modo, foi calculado o valor do esforço transversal resistente  $V_{Rd,c}$  através da expressão 8.71 do presente capítulo. Apresenta-se de seguida um quadro resumo com os valores de esforço transversal actuante e respectivo esforço transversal resistente:

**Tabela 71 - Esforço transversal actuante e resistente nos muros de contenção.**

Muro	Troço	Zona	$V_{Sd}$ [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]
Com Arruamento	Piso 0 a -1	Superior	20,91	129,78
		Inferior	51,28	129,78
	Piso -1 a -2	Superior	49,95	129,78
		Inferior	126,13	129,78
	Piso -2 a -3	Superior	<b>189,78</b>	139,02
		Inferior	<b>153,42</b>	139,02
Sem Arruamento	Piso 0 a -1	Superior	12,65	129,78
		Inferior	39,28	129,78
	Piso -1 a -2	Superior	40,61	129,78
		Inferior	115,21	129,78
	Piso -2 a -3	Superior	117,54	139,02
		Inferior	<b>146,66</b>	139,02

Como se observa na tabela 71, existem problemas de esforço transversal nalgumas zonas de “apoio” dos muros. Deste modo e de acordo com o art.º 6.2.3 (4) do EC2, foi calculada a armadura de esforço transversal, adoptando varões inclinados a 45°, com recurso ao menor valor de esforço transversal resistente das seguintes expressões:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha \quad (8.79)$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} (\cot \theta + \cot \alpha)}{1 + \cot^2 \theta} \quad (8.80)$$

Expressões nas quais os parâmetros são definidos no capítulo “8.2.1.3 – Armadura transversal” do presente trabalho, através das expressões 8.23 e 8.24.

De referir que foi tido em consideração, pelo art.º 9.3.2 (3) do EC2, que para o a armadura de esforço transversal ser constituída por varões inclinados a condição  $|V_{Ed}| \leq 1/3 V_{Rd,max}$  tem que ser cumprida.

Obtiveram-se então as seguintes armaduras e respectivos esforços resistentes:

**Tabela 72 - Armadura de esforço transverso adoptada e respectivo esforço transverso resistente.**

Muro	Troço	Zona	Armadura adoptada		$A_{sw}/s^2$ [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	$V_{Ed}$ [kN/m]	$V_{Rd,s}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN]
			Varão	$s_1$ $s_2$				
Com Arruamento	Piso -2 a -3	Superior	Ø 8 //	0,150 // 0,250	13,404	189,78	196,57	2518,56
		Inferior	Ø 8 //	0,175 // 0,250	13,404	153,42	168,49	
Sem Arruamento	Piso -2 a -3	Superior	Não necessária		13,404	117,54	-	
		Inferior	Ø 8 //	0,200 // 0,250	13,404	143,66	147,43	

Em que:

- $s_1^{19}$  – Espaçamento longitudinal dos varões inclinados;
- $s_2^{20}$  – Espaçamento transversal entre as armaduras de esforço transverso.

É importante referir que a consideração da armadura efectiva máxima de esforço transverso,  $A_{sw,max}^{21}$ , definida pela expressão 6.15 do EC2, foi tida em consideração.

### 8.2.6 Fundações

As fundações são um conjunto de elementos estruturais que têm como principal objectivo assegurar a ligação entre a estrutura e o terreno, assegurando uma eficiente e segura transmissão de cargas.

Para o edifício em estudo foram utilizadas fundações directas do tipo sapata, ligadas entre si por vigas de fundação, tal como proposto pelo EC8 no art.º 4.2.1.6 (3). Esta solução, indicada para terrenos não uniformes, para além de assegurar que as fundações “vibram” todas de igual forma, assegura que haja também uma redução nos assentamentos diferenciais, uma vez que permitem uma redistribuição de esforços entre os elementos de fundação.

As regras gerais relativas aos elementos de fundação e sua resistência são apresentadas no art.º 4.4.2.6 e 5.8 do EC8 e no art.º 9.8 do EC2.

Para sapatas de pilares ou paredes, é referido no art.º 9.8.2.1 (1) do EC2, que em Portugal devem ser utilizados varões com um diâmetro igual ou superior a 10 mm.

De acordo com o art.º 4.4.2.6 (4) do EC8, os esforços nos elementos de fundação devem ser determinados com base no cálculo pela capacidade real, sendo que se considera satisfeita esta condição se estes esforços forem determinados pela seguinte expressão:

<sup>19</sup> Foi tido em consideração o espaçamento máximo disposto no art.º 9.3.2 (4) do EC2.

<sup>20</sup> Foi tido em consideração o espaçamento máximo disposto no art.º 9.3.2 (5) do EC2.

<sup>21</sup> O valor de  $\frac{A_{sw,max}}{s}$  calculado foi de 171,74 cm<sup>2</sup>/m.

$$E_{Fd} = E_{F,G} + \gamma_{R,d} \Omega E_{F,E} \quad (8.81)$$

Em que:

- $\gamma_{R,d}$  – Coeficiente de sobrerresistência, considerado igual a 1,0 para coeficientes de comportamento não superiores 3;
- $E_{F,G}$  – Efeito da acção devido às acções não sísmicas incluídas na combinação de acções para a situação sísmica de cálculo;
- $E_{F,E}$  – Efeito da acção resultante da análise para a acção sísmica de cálculo;
- $\Omega^{22}$  – Coeficiente que relaciona o valor de cálculo da resistência da zona ou do elemento  $i$  ( $R_{di}$ ) com o valor de cálculo do efeito da acção na zona ou no elemento  $i$  ( $E_{di}$ ) para a situação de projecto sísmica.

Os valores dos coeficientes referidos foram admitidos iguais a 1,0. No entanto, foi realizado um ensaio comparativo, entre a expressão 8.81 e a combinação de acções fundamental, expressão 3.5, onde se constatou que os esforços obtidos na base dos elementos verticais eram superiores com a combinação fundamental. Deste modo, tendo em consideração que a combinação fundamental é a mais prejudicial, foi utilizada a combinação de acções fundamental, com os coeficientes parciais de segurança presentes no Quadro NA--A1.2(C)<sup>23</sup> do EC0.

De referir que, tendo em consideração que as sapatas estão ligadas por vigas de fundação, foram utilizados apoios fixos no modelo estrutural, em vez de encastrados, pois é considerado que as vigas de fundação absorvem os momentos que actuam na base dos elementos verticais.

De um modo geral, a verificação da segurança das fundações fica satisfeita se for cumprida a expressão:

$$\sigma_{solo} \leq \sigma_{adm} \quad (8.82)$$

Em que:

- $\sigma_{solo}$  – Tensão que a sapata impõe no terreno;
- $\sigma_{adm}^{24}$  – Tensão que o solo é capaz de suportar.

Com a anterior expressão em consideração, foi efectuado um pré-dimensionamento para todas as sapatas com recurso à expressão 5.3 do presente trabalho.

<sup>22</sup> O valor deste coeficiente deve ser inferior ao coeficiente de comportamento  $q$  utilizado.

<sup>23</sup> Nos casos correntes, o dimensionamento das fundações é determinado de acordo com o Quadro A.1.2(C) e a resistência estrutural pelo Quadro A1.2(B).

<sup>24</sup> A tensão admissível do terreno considerada foi de 0,20 MPa.

De modo a evitar o efeito de punçoamento, deve procurar-se obter sapatas com um comportamento rígido de maneira a evitar problemas relacionados com esse efeito. O comportamento rígido de uma sapata é obtido considerando uma altura mínima,  $H$ , para a sapata, definida na seguinte expressão:

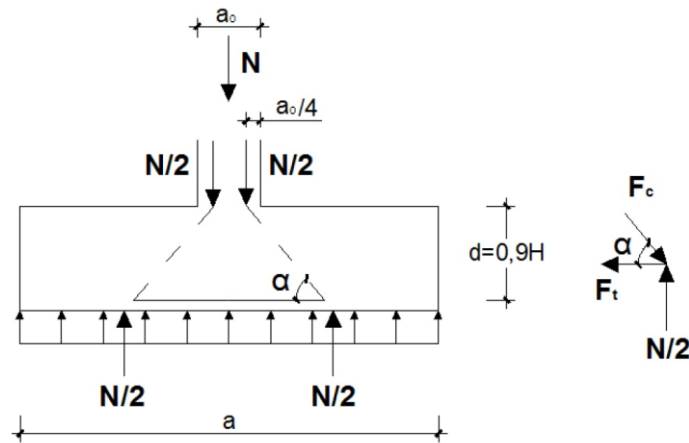
$$H \geq \frac{b'}{2} \quad (8.83)$$

Em que:

- $b'$  - Maior distância entre a face exterior da sapata e a face exterior do pilar/parede.

Com a altura da sapata definida, foi feita a verificação da segurança da sapata utilizando o método de *Labelle*, mais conhecido por método das bielas. Este método simula o comportamento de uma sapata rígida através de escoras e tirantes, explorando assim a capacidade de uma sapata em absorver as cargas que lhe são impostas pelos elementos verticais.

Apresenta-se de seguida o esquema relativo ao modelo utilizado para sapatas com cargas centradas:



**Figura 27 - Esquema do método das bielas para sapatas com cargas centradas.**

Sendo que a força de tracção no tirante das armaduras horizontais,  $F_{t,sd}$ , é obtida com a aplicação das seguintes expressões:

$$\tan \alpha = \frac{d}{\left(\frac{a - a_0}{4}\right)} \quad (8.84)$$

$$\tan \alpha = \frac{N_b/2}{F_t} \quad (8.85)$$

$$F_{t,sd} = \gamma \cdot \frac{N_b(a - a_0)}{8d} \quad (8.86)$$

Em que:

- $F_{t,sd}$  – Força de cálculo no tirante de armaduras horizontais;
- $N_b$  – Esforço normal na base do pilar mais o peso próprio da sapata;
- $a$  – Largura da sapata na direcção de análise;
- $a_0$  – Largura do pilar na direcção de análise;
- $\gamma^{25}$  – Coeficiente de majoração.

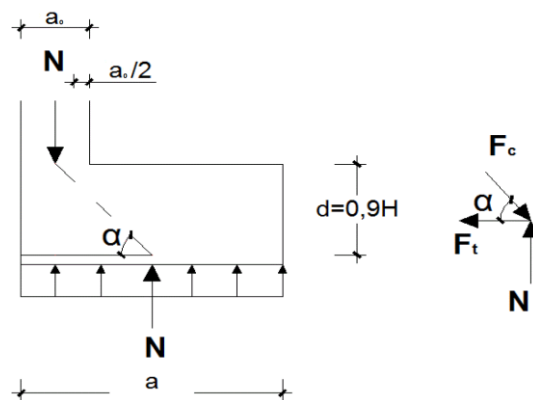
Com a força de cálculo de tracção definida, a área de armaduras necessária é obtida pela seguinte expressão:

$$A_s = \frac{F_{t,sd}}{f_{syd} \cdot b} \quad (8.87)$$

Sendo:

- $b$  – Dimensão da sapata na direcção oposta à direcção de análise.

No caso das sapatas com cargas excêntricas, como é o caso das sapatas dos muros de contenção, estas foram também calculadas pelo método das bielas. Apresenta-se de seguida um esquema relativo ao modelo utilizado para sapatas com cargas excêntricas:



**Figura 28 - Esquema do método das bielas para sapatas com cargas excêntricas.**

A força de tracção no tirante das armaduras horizontais,  $F_{t,sd}$ , é obtida com a aplicação das seguintes expressões:

$$\tan \alpha = \frac{d}{\left(\frac{a - a_0}{2}\right)} \quad (8.88)$$

<sup>25</sup> O coeficiente  $\gamma$  tomou o valor de 1,5.

$$\tan \alpha = \frac{N_b}{F_t} \quad (8.89)$$

$$F_{t,sd} = \gamma \cdot \frac{N_b \left( \frac{a - a_0}{2} \right)}{d} \quad (8.90)$$

Sendo que a área de armaduras necessária é obtida com recurso à expressão 8.87 do presente capítulo.

Ainda relativamente às sapatas dos muros, estas foram calculados por metro de comprimento, isto é, para um dado muro foi obtido o esforço normal total ao longo do seu comprimento e posteriormente dividiu-se esse valor pelo respectivo comprimento do muro, obtendo-se assim os esforços por metro de muro.

De referir que, de acordo com o art.º 5.8.1(3)P do EC8, as vigas de fundação foram dimensionadas para a classe de ductilidade considerada (DCM), uma vez que a expressão 8.81 não foi utilizada para o dimensionamento das sapatas.

Os cálculos e respectivas armaduras relativos ao dimensionamento das sapatas podem ser consultados no Anexo 13.

### 8.3 Estados Limites de Serviço

O objectivo da avaliação da segurança em relação aos estados limites de serviço, passa por assegurar que uma estrutura confere a segurança necessária durante o seu funcionamento, garantindo um nível de fendilhação aceitável e limitando a sua deformação a valores aceitáveis, determinados de acordo com o tipo de construção. Deste modo, os valores utilizados são valores médios por serem esperados e não certos.

Os estados limites de serviço verificados para a estrutura adoptada foram os seguintes:

- Controlo da fendilhação;
- Controlo das deformações;
- Limitação de danos segundo o EC8.

#### 8.3.1 Controlo da Fendilhação

A fendilhação é um fenómeno que está sempre presente em estruturas de betão armado onde ocorra flexão ou esforços transversos e deste modo a existência de fendas no betão armado é inevitável quando a tracção no betão excede o seu valor médio de tensão de rotura à tracção ( $f_{ctm}$ ). No entanto, estas



devem ser controladas de maneira a que não excedam certos limites que podem causar aspectos visuais desagradáveis, desconforto nos utilizadores da estrutura e acelerar a corrosão das armaduras, o que se traduz numa perda efectiva de resistência das secções.

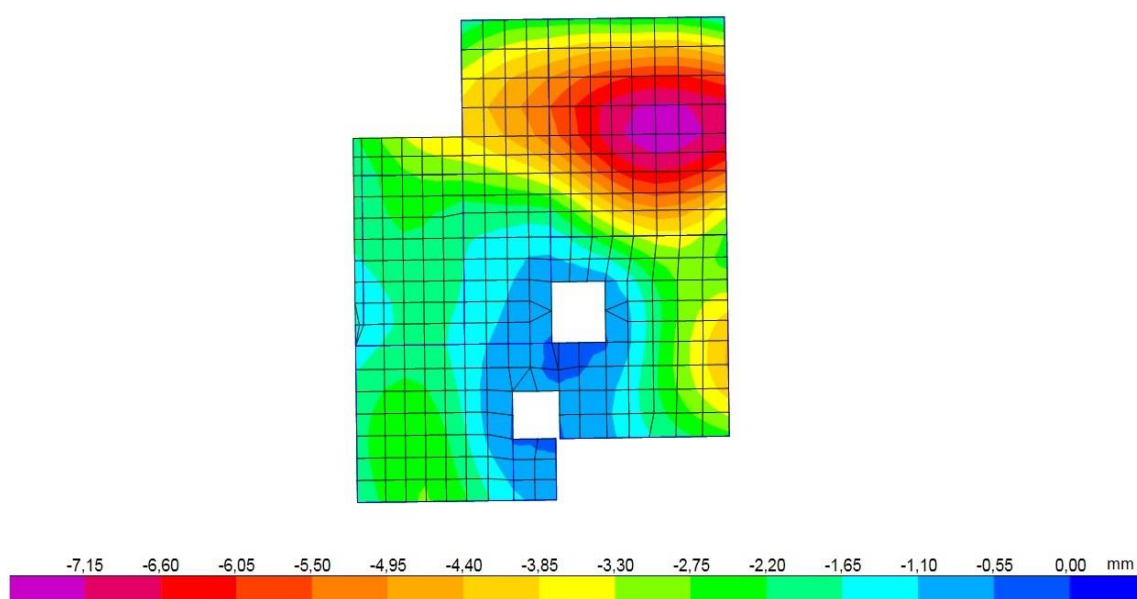
A verificação à fendilhação da estrutura foi realizada por método indirecto, uma vez que o EC2 permite esta verificação indirecta através da limitação do diâmetro de varões e seus afastamentos.

### 8.3.2 Controlo das Deformações

Segundo o art.º 7.4.1 (1) do EC2, as deformações a que os elementos de uma estrutura estão sujeitos não devem ser prejudiciais no que ao seu correcto funcionamento e aspecto visual dizem respeito. Deste modo, devem ser impostos limites apropriados tendo em consideração os restantes elementos, estruturais ou não, ligados à estrutura.

De acordo com os art.ºs 7.4.1 (4) e (5) do EC2, para a combinação quase-permanente de acções, a deformação dos pisos deve ser limitada a  $L/250$  e a  $L/500$  para flechas que ocorram depois da construção, sendo  $L$  o vão da laje, para a situação de lajes que contenham elementos susceptíveis de serem danificados por estas (como por exemplo as paredes de alvenaria).

Deste modo, analisando os deslocamentos provenientes do modelo de cálculo, deslocamentos que se devem exclusivamente ao comportamento elástico da laje, verificou-se que o maior deslocamento se encontra na laje de cobertura no canto superior direito, tal como ilustrado na seguinte figura:



**Figura 29 - Deslocamentos obtidos na cobertura para a combinação quase-permanente de acções.**

Assim, foi então efectuado o seguinte processo de cálculo:

Momento obtido da combinação quase-permanente de acções

**Tabela 73 - Momento da combinação quase-permanente na cobertura.**

Piso	$M_{qp}$ [kN·m]
Cobertura	22,55

Cálculo do módulo de elasticidade efectivo e do coeficiente de homogeneização

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t_0)} \quad (8.91)$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{c,eff}} \quad (8.92)$$

Em que:

- $E_{c,eff}$  - Módulo de elasticidade efectivo do betão;
- $E_{cm}$  - Módulo de elasticidade secante do betão;
- $E_s$  - Valor de cálculo do módulo de elasticidade do aço;
- $\varphi(\infty, t_0)^{26}$  - Valor final do coeficiente de fluência;
- $\alpha_e$  - Coeficiente de homogeneização efectivo.

Obtiveram-se então os seguintes resultados:

**Tabela 74 - Módulo de elasticidade e coeficiente de homogeneização efectivo.**

Betão	$E_{cm}$ [GPa]	$\varphi$	$E_{c,eff}$ [GPa]	$E_s$ [GPa]	$\alpha_e$
C30/37	33,00	2,50	12,38	200,00	20,20

Cálculo do momento de Fendilhação

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot W_c \quad (8.93)$$

Em que:

- $M_{cr}$  - Momento de Fendilhação;
- $f_{ctm}$  - Valor médio da tensão de rotura do betão a tracção simples;

<sup>26</sup> O valor do coeficiente de fluência foi calculado de acordo com o art.º 3.1.4 do EC2.

- $W_c^{27}$  – Módulo de Flexão, igual a:

$$W_c = \frac{I}{x} \quad (8.94)$$

Em que:

- $I$  – Inércia da secção;
- $x$  – Posição da linha neutra.

Obteve-se então o seguinte momento de fendilhação:

**Tabela 75 - Momento de fendilhação na cobertura.**

$f_{ctm}$ [MPa]	$b$ [m]	$h$ [m]	$M_{cr}$ [kN·m]
2,90	1,00	0,20	19,33

Como se pode verificar pela tabela anterior, o momento de fendilhação é inferior ao momento da combinação quase-permanente de acções, sendo que os cálculos a seguir efectuados são para a secção fendilhada (estado II).

Cálculo da flecha a curto prazo

$$\delta_0 = \zeta \cdot \delta_{II0} + (1 - \zeta) \cdot \delta_{I0} \quad (8.95)$$

Em que:

- $\delta_0$  - Flecha a curto prazo;
- $\delta_{I0}$  – Flecha instantânea considerando as características da secção determinante não fendilhada, sendo:

$$\delta_{I0} = \delta_c / (I_I / I_c) \quad (8.96)$$

Em que:

- $\delta_c$  – Deformação elástica (retirada do modelo);
- $I_I$  – Momento de inércia da secção não fendilhada (considerando  $\varphi = 0$ ), sendo:

$$I_I = \frac{b \times h^3}{12} + b \times \left(x - \frac{h}{2}\right)^2 + \alpha \times A_s(d - x)^2 + \alpha \times A'_s(x - a)^2 \quad (8.97)$$

<sup>27</sup> Uma vez que a secção em estudo é rectangular e considerando que a linha neutra se encontra a meia altura da secção, o módulo de flexão define-se por:  $W_c = (bh^3/12) \cdot (2/h) = bh^2/6$ , em que b e h representam a largura e altura da secção, respectivamente.

Sendo que  $A_s$  e  $A_s'$  correspondem, respectivamente, à área de armadura inferior e superior e  $x$  à posição da linha neutra.

- $I_c$  – Momento de inércia da da secção de betão (considerando  $\varphi = 0$ ).
- $\delta_{II0}$  – Flecha instantânea considerando as características da secção determinante fendilhada, sendo:

$$\delta_{II0} = \delta_c / (I_{II} / I_c) \quad (8.98)$$

Em que:

- $\delta_c$  – Deslocamento em comportamento elástico (retirado do modelo de cálculo);
- $I_{II}$  – Momento de inércia da secção fendilhada (considerando  $\varphi = 0$ ), sendo

$$I_{II} = \frac{b \times x^3}{3} + \alpha \times A_s (d - x)^2 + \alpha \times A_s' (x - a)^2 \quad (8.99)$$

- $I_c$  – Momento de inércia da da secção de betão (considerando  $\varphi = 0$ ).
- $\zeta^{28}$  – Coeficiente de distribuição, sendo:

$$\zeta = 1 - \beta \left( \frac{M_{cr}}{M_{qp}} \right)^2 \quad (8.100)$$

Em que:

- $\beta^{29}$  – Coeficiente que tem em consideração a influência na extensão média da duração do carregamento ou da repetição do carregamento.

Deste modo, foram obtidos os seguintes resultados para secção em estudo:

**Tabela 76 - Flecha a curto prazo para a laje de cobertura.**

$A_s = A_s'$ [cm <sup>2</sup> ]	$\zeta$	$I_I$ [m <sup>4</sup> ]	$I_{II}$ [m <sup>4</sup> ]	$I_c$ [m <sup>4</sup> ]	$\delta_c$ [m]	$\delta_{I0}$ [m]	$\delta_{II0}$ [m]	$\delta_0$ [m]
3,927	0,2649	0,0007	0,0003	0,0007	0,0075	0,0074	0,0145	0,0093

Com a flecha a curto prazo obtida, calcula-se então de seguida a flecha a longo prazo,  $\delta_\infty$ , dada pela seguinte expressão:

$$\delta_\infty = \zeta \cdot \delta_{II\infty} + (1 - \zeta) \cdot \delta_{I\infty} \quad (8.101)$$

<sup>28</sup> O valor de  $\zeta$  para secções não fendilhadas é 0.

<sup>29</sup> O valor de  $\beta$  para um único carregamento de curta duração é 1,0 (flecha a curto prazo). Já para carregamentos de longa duração é considerado igual a 0,5 (flecha a longo prazo).

Em que:

- $\delta_{I\infty}$  - Flecha a longo prazo considerando as características da secção determinante não fendilhada, sendo:

$$\delta_{I\infty} = [(1 + \varphi) \cdot \delta_c / 1,05] / (I_I / I_c) \quad (8.102)$$

- $\delta_{II\infty}$  - Flecha a longo prazo considerando as características da secção determinante fendilhada, sendo:

$$\delta_{II\infty} = [(1 + \varphi) \cdot \delta_c / 1,05] / (I_{II} / I_c) \quad (8.103)$$

Foram então obtidos os seguintes resultados:

**Tabela 77 - Flecha a longo prazo para a laje de cobertura.**

$A_s = A_s'$ [cm <sup>2</sup> ]	$\zeta$	$I_I$ [m <sup>4</sup> ]	$I_{II}$ [m <sup>4</sup> ]	$I_c$ [m <sup>4</sup> ]	$\delta_c$ [m]	$\delta_{I\infty}$ [m]	$\delta_{II\infty}$ [m]	$\delta_{\infty}$ [m]
3,927	0,6325	0,0007	0,0004	0,0007	0,0075	0,0236	0,0447	0,0369

Uma vez que o valor de  $L/250$  igual a, aproximadamente 0,0253 m, é necessária efectuar uma contra-flecha para que esta condição seja verificada. Segundo o art.º 7.4.1 (4) a contra-flecha necessária para a verificação da deformação, não deve exceder o valor de  $L/250$ . No entanto, não é necessário exceder este valor para que a deformação seja verificada, uma vez que a contra-flecha necessária é de 12 mm. Esta contra-flecha preliminar deve ser prevista na própria cofragem da laje.

O limite de  $L/500$  não é necessário verificar, visto que a deformação a longo prazo não é susceptível de danificar elementos adjacentes à laje em estudo. Contudo, caso existissem paredes de alvenaria ou envidraçados vulneráveis a esta deformação, uma contra-flecha de 25 mm resolveria esta situação.

A deformação foi também verificada para os restantes pisos, sendo que não foi necessária a introdução de mais nenhuma contra-flecha para a verificação da deformação.

### 8.3.3 Limitação de Danos Segundo o EC8

O requisito de limitação de danos, presente no art.º4.4.3 do EC8, diz respeito à limitação dos danos provocados por um sismo com maior probabilidade de ocorrência do que o sismo considerado para a acção sísmica de cálculo. Esta verificação é efectuada através dos deslocamentos entre pisos e tem como objectivo preservar a segurança dos elementos estruturais e a sua possível recuperação após a ocorrência de um sismo de menor intensidade.

Deste modo, para o edifício em estudo a limitação de danos é verificada através da seguinte condição (art.º 4.4.3.2 (1) do EC8):

$$d_r v \leq 0,005h \quad (8.104)$$

Em que:

- $d_r$  – Valor de cálculo do deslocamento entre pisos;
- $v$  – Coeficiente de redução relacionado com período de retorno mais baixo da acção sísmica associada ao requisito de limitação de danos;
- $h$  – Altura entre pisos.

Tendo em consideração a expressão anterior, foram obtidos os seguintes resultados:

**Tabela 78 - Verificação da limitação de danos.**

Piso	$d_{r,x}$ [mm]	$d_{r,y}$ [mm]	$v$	$h$ [m]	$d_{r,x} \times v$ [mm]	$d_{r,y} \times v$ [mm]	$0,005 \times h$ [mm]
Cobertura	11,80	9,98	0,40	3,45	4,72	3,99	17,25
2	11,72	10,98			4,69	4,39	
1	11,03	11,51			4,41	4,60	

Como se pode concluir da tabela anterior, o requisito de limitação de danos segundo o EC8 é verificado.

## 9 Conclusão

Em primeiro lugar, pode concluir-se que o principal objectivo do presente trabalho final de mestrado foi cumprido. Foram percorridas as diferentes fases que um projecto de estruturas atravessa, desde a concepção da estrutura até à pormenorização de todos os seus elementos constituintes, o que resultou numa solução estrutural funcional e sem alterações significativas no projecto de arquitectura.

A elaboração deste trabalho permitiu o confronto com os critérios de dimensionamento prescritos nos Eurocódigos Estruturais, com especial relevância para o Eurocódigo 8 que, apesar da sua complexidade e exigência, confere às estruturas uma sobre-resistência, através da consideração de zonas críticas nos elementos sísmicos primários, procurando que a dissipação de energia seja efectuada nessas zonas, quando a estrutura é solicitada por uma acção sísmica.

Em relação ao edifício em estudo, este demonstrou o quão difícil pode ser a harmonização entre a solução arquitectónica e estrutural, sendo essencial a colaboração de ambos os seus responsáveis. A irregularidade, tanto em planta como em altura e o facto de este apresentar garagens nos pisos enterrados, traduziu-se numa dificuldade acrescida, não só para a implantação dos pilares mas também para a utilização de uma malha estrutural ortogonal.

O pré-dimensionamento dos elementos verticais e horizontais da estrutura revelou-se uma fase importante, uma vez que permite obter uma ideia das dimensões que os elementos necessitam e melhorar assim a solução a adoptar. Contudo, o tempo perdido com o rigor nesta fase deve ser ponderado, uma vez que este pode revelar-se desnecessário devido à fiabilidade dos resultados.

De destacar a importância da utilização de um programa de cálculo automático como auxílio à elaboração deste trabalho, que se revelou essencial devido à facilidade de interpretação de resultados das várias soluções estruturais consideradas. Uma ferramenta deste tipo não só encurta bastante o tempo de trabalho de um projectista, como também apresenta resultados fidedignos para o correcto dimensionamento de uma estrutura. No entanto, estes resultados devem sempre ser analisados com um espírito crítico devido a possíveis erros na criação do modelo estrutural e/ou na introdução de cargas.

Em suma, a elaboração deste projecto revelou-se essencial, pois permitiu pôr à prova os conhecimentos adquiridos ao longo desta fase académica, bem como a aprendizagem de conceitos essenciais relacionados com o projecto de estruturas.





## **Bibliografia**

CAMARA, J. – “Estruturas de Betão I – Folhas de apoio às aulas”, IST, 2013

CARVALHO, E. – “Eurocódigo 8 – Acção Sísmica e Edifícios”, LNEC, 2010

MENDES, P. – “Dinâmica de estruturas”, ISEL, 2012

GORGULHO, A. – “Betão Estrutural II”, ISEL 2007

GUERREIRO, L. – “Revisões de Análise Modal e Análise Sísmica por espectros de resposta – Apontamentos de Dinâmica Engenharia Sísmica”, IST, 1999

GEORGE, S & VARGHESE, V. – “General Concepts of Capacity Based Design”, IJITEE, 2012

JACINTO, L. – “Bases para o projecto de estruturas segundo o EC0”, ISEL, 2013

JACINTO, L. – “Dimensionamento sísmico de edifícios de betão segundo o EC8-1”, ISEL, 2013

LÚCIO, V. – “Estruturas de betão armado I – Capítulo 10”, FCT – UNL, 2006

MENDES, P. – “Dinâmica de estruturas”, ISEL, 2012

NP EN 1990:2009; “Eurocódigo 0 – Bases para o projecto de estruturas”, CEN, Bruxelas

NP EN 1991-1-1:2009; “Eurocódigo 1 – Acções em Estruturas – Parte 1-1: Acções gerais – Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios”, CEN, Bruxelas

NP EN 1992-1-1:2010; “Eurocódigo 2 – Projecto de estruturas de betão – Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios”, CEN, Bruxelas

NP EN 1998-1:2010; “Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios”, CEN, Bruxelas

NP EN 206-1:2007; “Betão – Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade”, CEN, Bruxelas



## **Anexos**



## **Índice de Anexos**

Índice de Figuras .....	3
Índice de Tabelas.....	5
Anexo 1 – Dimensões dos Elementos Estruturais.....	11
Anexo 2 – Cálculo do centro de rigidez e centro de massa.....	21
Anexo 3 – Espectros de cálculo .....	37
Anexo 4 – Factores de Participação Modal.....	39
Anexo 5 – Recobrimento das Armaduras Ordinárias.....	41
Anexo 6 – Espaçamentos máximos dos estribos das vigas .....	43
Anexo 7 – Armaduras – Vigas .....	47
Anexo 8 – Comprimentos das Zonas Críticas e Espaçamentos Máximos das Armaduras Transversais dos Pilares .....	115
Anexo 9 – Armaduras – Pilares.....	125
Anexo 10 – Diagramas utilizados para o cálculo das paredes do núcleo.....	143
Anexo 11 – Cálculos das Paredes Estruturais .....	145
Anexo 12 – Armaduras – Lajes e Escadas .....	159
Anexo 13 – Dimensionamento das Fundações.....	195
Anexo 14 – Peças Desenhadas .....	201



## **Índice de Figuras**

Figura A1 - Espectros de cálculo obtidos considerando o coeficiente de comportamento final.	37
Figura A2 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 1 da caixa de elevador 1.	143
Figura A3 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 2 da caixa de elevador 1.	143
Figura A4 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 3 da caixa de elevador 1.	143
Figura A5 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 1 da caixa de elevador 2.	144
Figura A6 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 2 da caixa de elevador 2.	144
Figura A7 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 3 da caixa de elevador 2.	144
Figura A8 - Definição dos núcleos e pilares fictícios da caixa de elevador 1.	145
Figura A9 - Definição dos núcleos e dos pilares fictícios da caixa de elevador 2.	150
Figura A10 - Área de armadura inferior nas lajes segundo a direcção X (piso -2).	159
Figura A11 - Área de armadura inferior das lajes segundo a direcção Y (piso -2).	160
Figura A12 - Área de armaduras superior das lajes segundo a direcção X (piso-2).	161
Figura A13 - Área de armadura superior das lajes na direcção Y (piso -2).	162
Figura A14 - Área de armadura inferior das lajes na direcção X (piso -1).	163
Figura A15 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção Y (piso -1).	164
Figura A16 - Área de armaduras superior das lajes segundo a direcção X (piso-1).	165
Figura A17 - Área de armaduras superior das lajes segundo a direcção Y (piso -1).	166
Figura A18 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção X (piso 0).	167
Figura A19 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção Y (piso 0).	168
Figura A20 - Área de armaduras superior das lajes na direcção X (piso 0).	169
Figura A21 - Área de armaduras superior das lajes na direcção Y (piso 0).	170
Figura A22 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção X (piso 1).	171
Figura A23 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção Y (piso 1).	172
Figura A24 - Área de armaduras superior das lajes na direcção X (piso 1).	173
Figura A25 - Área de armaduras superior das lajes na direcção Y (piso 1).	174
Figura A26 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção X (piso 2).	175
Figura A27 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção Y (piso 2).	176
Figura A28 - Área de armaduras superior das lajes na direcção X (piso 2).	177
Figura A29 - Área de armaduras superior das lajes na direcção Y (piso 2).	178
Figura A30 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção X (cobertura).	179
Figura A31 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção Y (cobertura).	180
Figura A32 - Área de armaduras superior das lajes na direcção X (cobertura).	181
Figura A33 - Área de armaduras superior das lajes na direcção Y (cobertura).	182
Figura A34 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção X (escadas E1).	183
Figura A35 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção Y (escadas E1).	184
Figura A36 - Área de armaduras superior das escadas na direcção X (escadas E1).	185
Figura A37 - Área de armaduras superior das escadas na direcção Y (escadas E1).	186
Figura A38 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção X (escadas E2).	187
Figura A39 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção Y (escadas E2).	188
Figura A40 - Área de armaduras superior das escadas na direcção X (escadas E2).	189
Figura A41 - Área de armaduras superior das escadas na direcção Y (escadas E2).	190
Figura A42 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção X (escadas E3).	191
Figura A43 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção Y (escadas E3).	192
Figura A44 - Área de armaduras superior das escadas na direcção X (escadas E3).	193
Figura A45 - Área de armaduras superior das escadas na direcção Y (escadas E3).	194

Figura A46 - Mapa de Sapatas isoladas obtido do pré-dimensionamento de sapatas com carregamento centrado. ....	197
Figura A47 - Mapa de Sapatas isoladas adoptado.....	198



## **Índice de Tabelas**

Tabela A1 – Dimensões dos pilares nos pisos enterrados.....	11
Tabela A2 – Dimensões dos pilares no piso térreo. ....	12
Tabela A3 – Dimensões dos pilares no piso 1.....	13
Tabela A4 - Dimensões dos pilares no piso 2. ....	14
Tabela A5 - Dimensões das paredes estruturais.....	14
Tabela A6 - Dimensões dos núcleos da caixa de elevador 1.....	14
Tabela A7 - Dimensões dos núcleos da caixa de elevador 2.....	15
Tabela A8 – Dimensões das Vigas do piso -2.....	15
Tabela A9 - Dimensões das vigas do piso -1. ....	16
Tabela A10 - Dimensões das vigas do piso térreo. ....	17
Tabela A11 - Dimensões das vigas do piso 1.....	18
Tabela A12 - Dimensões das vigas do piso 2.....	19
Tabela 13 - Dimensões das vigas da cobertura. ....	19
Tabela A14 - Centro de massa de cada pilar. ....	21
Tabela A15 - Centro de massa de cada viga. ....	22
Tabela A16 - Centro de massas das lajes e caixas de elevador. ....	23
Tabela A17 - Inércias de cada elemento vertical da cobertura.....	24
Tabela A18 - Centro de Rigidez e Centro de Massas da Cobertura.....	24
Tabela A19 - Centro de massas das escadas e pilares do piso 2. ....	25
Tabela A20 - Centro de massas dos pilares e vigas segundo x. ....	26
Tabela A21 - Centros de masa das vigas segundo y e caixas de elevador. ....	27
Tabela A22 - centros de massa das lajes e consolas do piso 2.....	28
Tabela A23 - Inércias de cada elemento vertical do piso 2.....	29
Tabela A24 - Centro de Rigidez e de Massas do piso 2.....	29
Tabela A25 - Centro de massas das escadas e pilares do piso 1. ....	30
Tabela A26 - Centros de massa dos pilares e vigas do piso 1.....	31
Tabela A27 - Centros de massa das vigas do piso 1. ....	32
Tabela A28 - Centros de massa das vigas, caixas de elevador e lajes do piso 1.....	33
Tabela A29 - Centro de massa das lajes do piso 1. ....	34
Tabela A30 - Inércia de cada elemento vertical do piso 1. ....	35
Tabela A31 - Centro de Rigidez e de Massas do piso 1.....	36
Tabela A32 - Valores do espectro de cálculo para o sismo do Tipo I.....	37
Tabela A33 - Valores do espectro de cálculo para o sismo do Tipo II. ....	38
Tabela A34 - Factores de participação modal (parte 1). ....	39
Tabela A35 - Factores de participação modal (parte 2). ....	40
Tabela A36 - Recobrimento mínimo das armaduras ordinárias.....	41
Tabela A37 - Recobrimento adoptado para as armaduras ordinárias.....	41
Tabela A38 - Espaçamento máximo dos estribos das vigas na zona crítica do piso 1 (parte 1). 43	
Tabela A39 - Espaçamento máximo dos estribos das vigas na zona crítica do piso 1 (parte 2). 44	
Tabela A40 - Espaçamento máximo dos estribos das vigas na zona crítica do piso 2 (parte 1). 44	
Tabela A41 - Espaçamento máximo dos estribos das vigas na zona crítica do piso 2 (parte 2). 45	
Tabela A42 - Espaçamento máximo dos estribos das vigas na zona crítica da cobertura.....	46
Tabela A43 - Armadura longitudinal das vigas de fundação. ....	47
Tabela A44 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 1).....	47
Tabela A45 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 2).....	48

Tabela A46 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 3).	49
Tabela A47 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 4).	50
Tabela A48 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 5).	51
Tabela A49 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 6).	52
Tabela A50 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 1).	53
Tabela A51 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 2).	54
Tabela A52 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 3).	55
Tabela A53 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 4).	56
Tabela A54 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 5).	57
Tabela A55 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 6).	58
Tabela A56 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 1).	58
Tabela A57 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 2).	59
Tabela A58 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 3).	60
Tabela A59 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 4).	61
Tabela A60 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 5).	62
Tabela A61 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 6).	63
Tabela A62 - Armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 1).	64
Tabela A63 - Armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 2).	65
Tabela A64 - Armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 3).	66
Tabela A65 - Armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 4).	67
Tabela A66 - Armadura longitudinal das vigas do piso 2 (parte 1).	68
Tabela A67 - Armadura longitudinal das vigas do piso 2 (parte 2).	69
Tabela A68 - Armadura longitudinal das vigas do piso 2 (parte 3).	70
Tabela A69 - Armadura longitudinal das vigas da cobertura (parte 1).	71
Tabela A70 - Armadura longitudinal das vigas da cobertura (parte 2).	72
Tabela A71 - Armadura transversal das vigas de fundação.	72
Tabela A72 - Armadura transversal das vigas do piso -2 (parte 1).	73
Tabela A73 - Armadura transversal das vigas do piso -2 (parte 2).	74
Tabela A74 - Armadura transversal das vigas do piso -2 (parte 3).	75
Tabela A75 - Armadura transversal das vigas do piso -2 (parte 4).	76
Tabela A76 - Armadura transversal das vigas do piso -2 (parte 5).	77
Tabela A77 - Armadura transversal das vigas do piso -1 (parte 1).	78
Tabela A78 - Armadura transversal das vigas do piso -1 (parte 2).	79
Tabela A79 - Armadura transversal das vigas do piso -1 (parte 3).	80
Tabela A80 - Armadura transversal das vigas do piso -1 (parte 4).	81
Tabela A81 - Armadura transversal das vigas do piso -1 (parte 5).	82
Tabela A82 - Armadura transversal das vigas do piso 0 (parte 1).	83
Tabela A83 - Armadura transversal das vigas do piso 0 (parte 2).	84
Tabela A84 - Armadura transversal das vigas do piso 0 (parte 3).	85
Tabela A85 - Armadura transversal das vigas do piso 0 (parte 4).	86
Tabela A86 - Armadura transversal do piso 0 (parte 5).	87
Tabela A87 - Armadura transversal das vigas do piso 1 (parte 1).	88
Tabela A88 - Armadura transversal das vigas do piso 1 (parte 2).	89
Tabela A89 - Armadura transversal das vigas do piso 1 (parte 3).	90
Tabela A90 - Armadura transversal do piso 1 (parte 4).	91
Tabela A91 - Armadura transversal das vigas do piso 2 (parte 1).	92
Tabela A92 - Armadura transversal das vigas do piso 2 (parte 2).	93
Tabela A93 - Armadura transversal das vigas do piso 2 (parte 3).	94

Tabela A94 - Armadura transversal das vigas da cobertura (parte 1). ....	95
Tabela A95 - Armadura transversal das vigas da cobertura (parte 2). ....	96
Tabela A96 - Taxas de armadura longitudinal das vigas de fundação. ....	97
Tabela A97 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 1). ....	97
Tabela A98 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 2). ....	98
Tabela A99 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 3). ....	99
Tabela A100 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 4). ....	100
Tabela A101 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 1). ....	101
Tabela A102 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 2). ....	102
Tabela A103 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 3). ....	103
Tabela A104 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 4). ....	104
Tabela A105 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 1). ....	105
Tabela A106 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 2). ....	106
Tabela A107 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 3). ....	107
Tabela A108 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 4). ....	108
Tabela A109 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 1). ....	109
Tabela A110 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 2). ....	110
Tabela A111 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 3). ....	111
Tabela A112 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 2 (parte 1). ....	112
Tabela A113 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 2 (parte 2). ....	113
Tabela A114 - Taxas de armadura longitudinal das vigas da cobertura. ....	114
Tabela A115 - Comprimentos das zonas críticas nos pilares do piso 0. ....	115
Tabela A116 - Comprimentos das zonas críticas nos pilares do piso 1. ....	116
Tabela A117 - Comprimentos das zonas críticas nos pilares do piso 2. ....	117
Tabela A118 - Espaçamento máximo das armaduras transversais dos pilares dos pisos enterrados. ....	118
Tabela A119 - Espaçamento máximo das armaduras transversais dos pilares do piso 0 fora das zonas críticas. ....	119
Tabela A120 - Espaçamento máximo para as armaduras transversais das zonas críticas dos pilares do piso 0. ....	120
Tabela A121 - Espaçamento máximo para as armaduras transversais dos pilares do piso 1. ...	121
Tabela A122 - Espaçamento máximo para as armaduras transversais das zonas críticas dos pilares do piso 1. ....	122
Tabela A123 - Espaçamento máximo para as armaduras transversais dos pilares do piso 2. ...	123
Tabela A124 - Espaçamento máximo para as armaduras transversais das zonas críticas dos pilares do piso 2. ....	123
Tabela A125 - Armadura longitudinal dos pilares no piso -3. ....	125
Tabela A126 - Armadura longitudinal dos pilares do piso -2. ....	126
Tabela A127 - Armadura longitudinal dos pilares do piso -1. ....	127
Tabela A128 - Armadura longitudinal dos pilares do piso 0. ....	128
Tabela A129 - Armadura longitudinal dos pilares do piso 1. ....	129
Tabela A130 - Armadura longitudinal dos pilares do piso 2. ....	130
Tabela A131 - Armadura transversal dos pilares dos pisos enterrados (parte 1). ....	131
Tabela A132 - Armadura transversal dos pilares dos pisos enterrados (parte 2). ....	132
Tabela A133 - Armadura transversal dos pilares dos pisos enterrados (parte 3). ....	133
Tabela A134 - Armadura transversal dos pilares dos pisos enterrados (parte 4). ....	134
Tabela A135 - Armadura transversal dos pilares do piso 0 (parte 1). ....	135
Tabela A136 - Armadura transversal dos pilares do piso 0 (parte 2). ....	136

Tabela A137 - Armadura transversal nas zonas críticas dos pilares do piso 1.....	137
Tabela A138 - Armadura transversal geral dos pilares do piso 1.....	138
Tabela A139 - Armadura transversal nas zonas críticas dos pilares do piso 2.....	139
Tabela A140 - Armadura transversal geral dos pilares do piso 2.....	139
Tabela A141 - Verificação da ductilidade local dos pilares do piso 0 (parte 1). ....	140
Tabela A142 - Verificação da ductilidade local dos pilares do piso 0 (parte 2). ....	141
Tabela A143 - Verificação da ductilidade local dos pilares do piso 1. ....	141
Tabela A144 - Verificação da ductilidade local dos pilares do piso 2. ....	142
Tabela A145 – Características dos núcleos da caixa de elevador 1. ....	145
Tabela A146 - Armadura longitudinal necessária para os pilares fictícios de cada núcleo da caixa de elevador 1.....	146
Tabela A147 - Armadura e respectiva taxa adoptada para os pilares fictícios da caixa de elevador 1.....	146
Tabela A148 – Armadura de alma longitudinal adoptada para a alma das paredes da caixa de elevador 1.....	147
Tabela A149 - Armadura longitudinal total das paredes da caixa de elevador 1. ....	147
Tabela A150 - Armadura transversal da alma das paredes da caixa de elevador 1.....	147
Tabela A151 - Armadura transversal adoptada para os pilares fictícios das paredes da caixa de elevador 1.....	148
Tabela A152 - Espaçamento máximo e adoptado para as armaduras transversais da altura crítica dos pilares fictícios das paredes da caixa de elevador 1.....	148
Tabela A153 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios da caixa de elevador 1 (parte 1). ....	149
Tabela A154 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios da caixa de elevador 1 (parte 2). ....	149
Tabela A155 – Características dos núcleos da caixa de elevador 2. ....	150
Tabela A156 - Armadura longitudinal necessária para os pilares fictícios de cada núcleo da caixa de elevador 2.....	151
Tabela A157 - Armadura e respectiva taxa adoptada para os pilares fictícios da caixa de elevador 2.....	151
Tabela A158 - Armadura longitudinal adoptada para a alma das paredes da caixa de elevador 2. ....	152
Tabela A159 - Armadura longitudinal total das paredes da caixa de elevador 2. ....	152
Tabela A160 - Armadura transversal da alma das paredes da caixa de elevador 2.....	152
Tabela A161 - Armadura transversal adoptada para os pilares fictícios das paredes da caixa de elevador 2.....	153
Tabela A162 - Espaçamento máximo e adoptado para as armaduras transversais da altura crítica dos pilares fictícios das paredes da caixa de elevador 1.....	153
Tabela A163 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios da caixa de elevador 2 (parte 1). ....	154
Tabela A164 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios da caixa de elevador 2 (parte 2). ....	154
Tabela A165 - Características das paredes e seus pilares fictícios.....	155
Tabela A166 - Armadura longitudinal necessária para os pilares fictícios. ....	155
Tabela A167 - Armadura longitudinal adoptada para os pilares fictícios. ....	156
Tabela A168 - Armadura longitudinal adoptada para a alma das paredes. ....	156
Tabela A169 - Armadura longitudinal total das paredes.....	156
Tabela A170 - Armadura transversal adoptada para a alma das paredes. ....	157
Tabela A171 - Armadura transversal adoptada para os pilares fictícios das paredes.....	157

Tabela A172 - Espaçamento máximo e adoptada para a altura crítica das paredes. ....	158
Tabela A173 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios das paredes (parte 1).....	158
Tabela A174 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios das paredes (parte 2).....	158
Tabela A175 - Pré-dimensionamento das sapatas com carregamento centrado e verificação da sua segurança (parte 1).....	195
Tabela A176 - Pré-dimensionamento das sapatas com carregamento centrado e verificação da sua segurança (parte 2).....	196
Tabela A177 - Armaduras adoptadas para as sapatas isoladas (parte 1).....	199
Tabela A178 - Armaduras adoptadas para as sapatas isoladas (parte 2).....	200
Tabela A179 - Pré-dimensionamento das sapatas dos muros de contenção (sapatas laterais contínuas).....	200
Tabela A180 - Armaduras adoptadas para as sapatas laterais contínuas.....	200



## **Anexo 1 – Dimensões dos Elementos Estruturais**

### **Pilares**

**Tabela A1 – Dimensões dos pilares nos pisos enterrados.**

<b>Pilar</b>	<b>Direcção X [m]</b>	<b>Direcção Y [m]</b>
P1	0,30	0,45
P2	0,30	0,35
P3	0,30	0,35
P4	0,30	0,35
P5	0,30	0,30
P6	0,30	0,50
P7	0,35	0,45
P10	0,30	0,40
P11	0,30	0,30
P12	0,30	0,30
P14	0,40	0,30
P15	0,40	0,30
P16	0,30	0,35
P18	0,30	0,40
P19	0,30	0,30
P20	0,30	0,35
P21	0,30	0,40
P22	0,30	0,40
P23	0,30	0,40
P24	0,30	0,40
P25	0,30	0,40
P26	0,30	0,35
P27	0,30	0,45
P28	0,25	0,25
P30	0,30	0,30
P31	0,25	0,25
P34	1,10	0,30
P37	0,30	0,30
P38	0,30	0,30
P39	0,30	0,30
P42	0,25	0,30
P43	0,30	0,30
P45	0,30	0,30
P46	0,30	0,30

**Tabela A2 – Dimensões dos pilares no piso térreo.**

<b>Pilar</b>	<b>Direcção X [m]</b>	<b>Direcção Y [m]</b>
P1	0,30	0,45
P2	0,30	0,35
P3	0,30	0,35
P4	0,30	0,35
P5	0,30	0,30
P6	0,30	0,50
P7	0,35	0,45
P8	0,30	0,40
P9	0,60	0,30
P10	0,30	0,40
P11	0,30	0,30
P12	0,30	0,30
P13	0,30	0,30
P14	0,40	0,30
P15	0,40	0,30
P16	0,30	0,35
P18	0,30	0,40
P19	0,30	0,30
P20	0,30	0,35
P21	0,30	0,40
P22	0,30	0,40
P23	0,30	0,40
P24	0,30	0,40
P25	0,30	0,40
P26	0,30	0,35
P27	0,30	0,30
P28	0,25	0,25
P29	0,25	0,30
P30	0,30	0,30
P31	0,25	0,25
P32	0,30	0,30
P33	0,30	0,30
P34	1,10	0,30



**Tabela A3 – Dimensões dos pilares no piso 1.**

<b>Pilar</b>	<b>Direcção X [m]</b>	<b>Direcção Y [m]</b>
P1	0,30	0,45
P2	0,30	0,35
P3	0,30	0,35
P4	0,30	0,35
P5	0,30	0,30
P6	0,30	0,50
P7	0,35	0,45
P8	0,30	0,40
P9	0,60	0,30
P10	0,30	0,40
P11	0,30	0,30
P12	0,30	0,30
P13	0,30	0,30
P14	0,40	0,30
P15	0,40	0,30
P16	0,30	0,35
P18	0,3	0,4
P19	0,3	0,3
P20	0,3	0,4
P21	0,3	0,4
P22	0,3	0,4
P23	0,3	0,4
P24	0,3	0,4
P25	0,3	0,4
P26	0,3	0,4
P27	0,3	0,3

**Tabela A4 - Dimensões dos pilares no piso 2.**

<b>Pilar</b>	<b>Direcção X [m]</b>	<b>Direcção Y [m]</b>
P1	0,30	0,45
P2	0,30	0,35
P3	0,30	0,35
P4	0,30	0,35
P5	0,30	0,30
P6	0,30	0,50
P7	0,35	0,45
P8	0,30	0,40
P9	0,60	0,30
P10	0,30	0,40
P11	0,30	0,30
P12	0,30	0,30
P13	0,30	0,30
P14	0,40	0,30

## Paredes

**Tabela A5 - Dimensões das paredes estruturais.**

<b>Parede</b>	<b>Direcção X [m]</b>	<b>Direcção Y [m]</b>
P17	0,30	1,30
P35	2,50	0,30
P36	1,25	0,30
P40	0,30	1,30
P41	1,75	0,30
P44	1,45	0,30

## Caixas de Elevador

**Tabela A6 - Dimensões dos núcleos da caixa de elevador 1.**

<b>Núcleo</b>	<b>Direcção X [m]</b>	<b>Direcção Y [m]</b>
NC1	0,24	2,20
NC2	2,15	0,24
NC3	0,24	2,20

**Tabela A7 - Dimensões dos núcleos da caixa de elevador 2.**

Núcleo	Direcção X [m]	Direcção Y [m]
NC1	1,80	0,24
NC2	0,24	1,80
NC3	1,80	0,24

## Vigas

**Tabela A8 – Dimensões das Vigas do piso -2.**

Piso -2								
Viga	Largura [m]	Altura [m]	Viga	Largura [m]	Altura [m]	Viga	Largura [m]	Altura [m]
V1.-2	0,20	0,50	V33.-2	0,30	0,50	V64.-2	0,25	0,50
V2.-2	0,20	0,50	V34.-2	0,30	0,50	V65.-2	0,30	0,50
V3.-2	0,25	0,50	V35.-2	0,30	0,50	V66.-2	0,30	0,50
V4.-2	0,35	0,50	V36.-2	0,30	0,50	V67.-2	0,30	0,50
V5.-2	0,35	0,50	V37.-2	0,25	0,50	V68.-2	0,30	0,50
V6.-2	0,35	0,50	V38.-2 V	0,30	0,50	V69.-2	0,30	0,50
V7.-2	0,30	0,50	V38.-2 H	0,30	0,50	V70.-2	0,30	0,50
V8.-2	0,30	0,50	V39.-2	0,30	0,50			
V9.-2	0,25	0,50	V40.-2	0,30	0,50			
V10.-2	0,25	0,50	V41.-2	0,30	0,50			
V11.-2	0,30	0,50	V42.-2	0,30	0,50			
V12.-2	0,30	0,50	V43.-2	0,30	0,50			
V13.-2	0,30	0,50	V44.-2	0,30	0,50			
V14.-2	0,30	0,50	V45.-2	0,30	0,50			
V15.-2	0,30	0,50	V46.-2	0,30	0,50			
V16.-2	0,24	0,50	V47.-2	0,25	0,50			
V17.-2	0,24	0,50	V48.-2	0,24	0,50			
V18.-2	0,30	0,50	V49.-2	0,30	0,50			
V19.-2	0,30	0,50	V50.-2	0,23	0,50			
V20.-2	0,30	0,50	V51.-2	0,30	0,50			
V21.-2	0,30	0,50	V52.-2	0,30	0,50			
V22.-2	0,30	0,50	V53.-2	0,30	0,50			
V23.-2	0,30	0,50	V54.-2	0,30	0,50			
V24.-2	0,40	0,50	V55.-2	0,24	0,50			
V25.-2	0,40	0,50	V56.-2	0,24	0,50			
V26.-2	0,40	0,50	V57.-2	0,25	0,50			
V27.-2	0,40	0,50	V58.-2	0,30	0,50			
V28.-2	0,35	0,50	V59.-2	0,30	0,50			
V29.-2	0,35	0,50	V60.-2	0,30	0,50			
V30.-2	0,30	0,50	V61.-2	0,30	0,50			
V31.-2	0,30	0,50	V62.-2	0,30	0,50			
V32.-2	0,30	0,50	V63.-2	0,30	0,50			

**Tabela A9 - Dimensões das vigas do piso -1.**

Piso -1					
Viga	Largura [m]	Altura [m]	Viga	Largura [m]	Altura [m]
V1.-1	0,20	0,50	V41.-1	0,30	0,50
V2.-1	0,20	0,50	V42.-1	0,30	0,50
V3.-1	0,25	0,50	V43.-1	0,30	0,50
V4.-1	0,35	0,50	V44.-1	0,30	0,50
V5.-1	0,35	0,50	V45.-1	0,30	0,50
V6.-1	0,35	0,50	V46.-1	0,30	0,50
V7.-1	0,30	0,50	V47.-1	0,25	0,50
V8.-1	0,30	0,50	V48.-1	0,24	0,50
V9.-1	0,25	0,50	V49.-1	0,30	0,50
V10.-1	0,25	0,50	V50.-1	0,23	0,50
V11.-1	0,30	0,50	V51.-1	0,30	0,50
V12.-1	0,30	0,50	V52.-1	0,30	0,50
V13.-1	0,30	0,50	V53.-1	0,30	0,50
V14.-1	0,30	0,50	V54.-1	0,30	0,50
V15.-1	0,30	0,50	V55.-1	0,24	0,50
V16.-1	0,24	0,50	V56.-1	0,24	0,50
V17.-1	0,24	0,50	V57.-1	0,25	0,50
V18.-1	0,30	0,50	V58.-1	0,30	0,50
V19.-1	0,30	0,50	V59.-1	0,30	0,50
V20.-1	0,30	0,50	V60.-1	0,30	0,50
V21.-1	0,30	0,50	V61.-1	0,30	0,50
V22.-1	0,30	0,50	V62.-1	0,30	0,50
V23.-1	0,30	0,50	V63.-1	0,30	0,50
V24.-1	0,40	0,50	V64.-1	0,25	0,50
V25.-1	0,40	0,50	V65.-1	0,30	0,50
V26.-1	0,40	0,50	V66.-1	0,30	0,50
V27.-1	0,40	0,50	V67.-1	0,30	0,50
V28.-1	0,35	0,50	V68.-1	0,30	0,50
V29.-1	0,35	0,50	V69.-1	0,30	0,50
V30.-1	0,30	0,50	V70.-1	0,30	0,50
V31.-1	0,30	0,50			
V32.-1	0,30	0,50			
V33.-1	0,30	0,50			
V34.-1	0,30	0,50			
V35.-1	0,30	0,50			
V36.-1	0,30	0,50			
V37.-1	0,25	0,50			
V38.-1 V	0,30	0,50			
V38.-1 H	0,30	0,50			
V39.-1	0,30	0,50			
V40.-1	0,30	0,50			

**Tabela A10 - Dimensões das vigas do piso térreo.**

Piso 0					
Viga	Largura [m]	Altura [m]	Viga	Largura [m]	Altura [m]
V1.0	0,20	0,50	V41.0	0,30	0,50
V2.0	0,20	0,50	V42.0	0,30	0,50
V3.0	0,25	0,50	V43.0	0,30	0,50
V4.0	0,35	0,50	V44.0	0,30	0,50
V5.0	0,35	0,50	V45.0	0,30	0,50
V6.0	0,35	0,50	V46.0	0,30	0,50
V7.0	0,30	0,50	V47.0	0,25	0,50
V8.0	0,30	0,50	V48.0	0,24	0,50
V9.0	0,25	0,50	V49.0	0,30	0,50
V10.0	0,25	0,50	V50.0	0,23	0,50
V11.0	0,30	0,50	V51.0	0,30	0,50
V12.0	0,30	0,50	V52.0	0,30	0,50
V13.0	0,30	0,50	V53.0	0,30	0,65
V14.0	0,30	0,50	V54.0	0,30	0,50
V15.0	0,30	0,50	V55.0	0,24	0,50
V16.0	0,24	0,50	V56.0	0,24	0,50
V17.0	0,24	0,50	V57.0	0,25	0,50
V18.0	0,30	0,50	V58.0	0,30	0,50
V19.0	0,30	0,50	V59.0	0,30	0,50
V20.0	0,30	0,50	V60.0	0,30	0,50
V21.0	0,30	0,50	V61.0	0,30	0,90
V22.0	0,30	0,50	V62.0	0,30	0,50
V23.0	0,30	0,50	V63.0	0,30	0,50
V24.0	0,40	0,50	V64.0	0,25	0,50
V25.0	0,40	0,50	V65.0	0,30	0,50
V26.0	0,40	0,50	V66.0	0,30	0,50
V27.0	0,40	0,50	V67.0	0,30	0,50
V28.0	0,35	0,50	V68.0	0,30	0,50
V29.0	0,35	0,50	V69.0	0,30	0,50
V30.0	0,30	0,50	V70.0	0,30	0,50
V31.0	0,30	0,50			
V32.0	0,30	0,50			
V33.0	0,30	0,50			
V34.0	0,30	0,50			
V35.0	0,30	0,50			
V36.0	0,30	0,50			
V37.0	0,25	0,50			
V38.0 V	0,30	0,50			
V38.0 H	0,30	0,50			
V39.0	0,30	0,50			
V40.0	0,30	0,50			

**Tabela A11 - Dimensões das vigas do piso 1.**

Piso 1					
Viga	Largura [m]	Altura [m]	Viga	Largura [m]	Altura [m]
V1.1	0,20	0,20	V41.1	0,23	0,50
V2.1	0,30	0,95	V42.1	0,30	0,50
V3.1	0,35	1,50	V43.1	0,20	0,50
V4.1	0,35	1,50	V44.1	0,30	0,30
V5.1	0,35	1,50	V45.1	0,30	0,50
V6.1	0,20	0,50	V46.1	0,20	0,50
V7.1	0,20	0,20	V47.1	0,30	0,30
V8.1	0,40	0,50	V48.1	0,30	0,30
V9.1	0,40	0,50	V49.1	0,30	0,50
V10.1	0,30	0,20	V50.1	0,30	0,50
V11.1	0,30	0,50	V51.1	0,30	0,50
V12.1	0,30	0,50	V52.1	0,30	0,50
V13.1	0,20	0,50	V53.1	0,30	0,20
V14.1	0,20	0,50			
V15.1	0,30	0,50			
V16.1	0,30	0,50			
V17.1	0,30	0,50			
V18.1	0,30	0,20			
V19.1	0,30	0,50			
V20.1	0,30	0,50			
V21.1	0,40	0,50			
V22.1	0,40	0,50			
V23.1	0,40	0,50			
V24.1	0,40	0,50			
V25.1	0,35	0,50			
V26.1	0,30	0,50			
V27.1	0,30	0,50			
V28.1	0,30	0,30			
V29.1	0,20	0,20			
V30.1	0,25	0,30			
V31.1 V	0,30	0,30			
V31.1 H	0,30	0,30			
V32.1	0,30	0,50			
V33.1	0,30	0,50			
V34.1	0,30	0,50			
V35.1	0,30	0,50			
V36.1	0,30	1,50			
V37.1	0,30	0,30			
V38.1	0,30	0,50			
V39.1	0,30	0,50			
V40.1	0,20	1,50			

**Tabela A12 - Dimensões das vigas do piso 2.**

Piso 2					
Viga	Largura [m]	Altura [m]	Viga	Largura [m]	Altura [m]
V1.2	0,35	0,50	V20.2	0,30	0,50
V2.2	0,35	0,50	V21.2	0,30	0,50
V3.2	0,35	0,50	V22.2	0,30	1,38
V4.2	0,20	0,50	V23.2	0,30	0,50
V5.2	0,30	0,50	V24.2	0,30	0,50
V6.2	0,40	0,50	V25.2	0,20	1,50
V7.2	0,40	0,50	V26.2	0,30	0,50
V8.2	0,30	0,50	V27.2	0,23	0,50
V9.2	0,20	0,50	V28.2	0,20	0,50
V10.2	0,20	0,50	V29.2	0,30	1,00
V11.2	0,30	0,50	V30.2	0,20	0,50
V12.2	0,30	0,50	V31.2	0,30	1,00
V13.2	0,30	0,50	V32.2	0,30	0,50
V14.2	0,30	0,50	V33.2	0,30	0,50
V15.2	0,40	0,50	V34.2	0,30	0,50
V16.2	0,40	0,50	V35.2	0,30	0,50
V17.2	0,35	0,50	V36.2	0,30	0,50
V18.2	0,30	0,50	V37.2	0,30	0,50
V19.2	0,30	0,50			

**Tabela 13 - Dimensões das vigas da cobertura.**

Cobertura					
Viga	Largura [m]	Altura [m]	Viga	Largura [m]	Altura [m]
V1.3	0,35	0,50	V11.3 V	0,30	0,50
V2.3	0,35	0,50	V12.3	0,30	0,50
V3.3	0,35	0,50	V13.3	0,30	0,50
V4.3	0,30	0,50	V14.3	0,30	0,50
V5.3	0,40	0,50	V15.3	0,30	0,50
V6.3	0,30	0,50	V16.3	0,30	0,50
V7.3	0,20	0,50	V17.3	0,20	1,50
V8.3	0,20	1,10	V18.3	0,225	0,50
V9.3	0,30	1,10	V19.3	0,30	1,00
V10.3	0,30	0,50	V20.3	0,20	0,50
V11.3 H	0,30	0,50			





## Anexo 2 – Cálculo do centro de rigidez e centro de massa

### Centro de massas dos elementos da cobertura

Tabela A14 - Centro de massa de cada pilar.

	Elemento Nº	Lx [m]	Ly [m]	Lz [m]	Massa [Kg]	RCP [kN/m]	RCP [Kg]	SC [kN/m]	SC [Kg]	x <sub>CM</sub> [m]	m.x <sub>CM</sub> [Kg.m]	y <sub>CM</sub> [m]	m.y <sub>CM</sub> [Kg.m]
<b>PILARES</b>	<b>1</b>	0,30	0,45	3,50	1186,93	-	-	-	-	231,27	274503,72	38,64	45858,57
	<b>2</b>	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	234,42	216410,96	38,64	35667,78
	<b>3</b>	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	237,42	219180,45	38,64	35667,78
	<b>4</b>	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	240,80	222296,13	38,64	35667,78
	<b>5</b>	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	227,62	180113,98	33,49	26497,27
	<b>6</b>	0,30	0,50	3,50	1318,81	-	-	-	-	231,27	305004,27	32,19	42447,66
	<b>7</b>	0,35	0,45	3,50	1384,75	-	-	-	-	234,42	324616,43	31,34	43393,01
	<b>8</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	240,80	254052,72	31,34	33061,34
	<b>9</b>	0,60	0,30	3,50	1582,57	-	-	-	-	227,47	359991,36	28,49	45081,69
	<b>10</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	231,27	244003,41	27,79	29315,93
	<b>11</b>	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	237,90	188244,82	24,59	19454,83
	<b>12</b>	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	240,80	190539,54	24,59	19454,83
	<b>13</b>	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	227,32	179876,99	22,54	17832,70
	<b>14</b>	0,40	0,30	3,50	1055,05	-	-	-	-	232,97	245796,89	22,54	23776,94

Tabela A15 - Centro de massa de cada viga.

	Elemento Nº	Lx [m]	Ly [m]	Lz [m]	Massa [Kg]	RCP [kN/m]	RCP [Kg]	SC [kN/m]	SC [Kg]	x <sub>CM</sub> [m]	m.x <sub>CM</sub> [Kg.m]	y <sub>CM</sub> [m]	m.y <sub>CM</sub> [Kg.m]
VIGAS X	1	3,15	0,35	0,50	1404,82	12,70	4077,98	-	-	232,85	1276653,10	38,64	211835,58
	2	3,00	0,35	0,50	1337,92	12,70	3883,79	-	-	235,92	1231921,04	38,64	201748,17
	3	3,38	0,35	0,50	1505,16	12,70	4369,27	-	-	239,11	1404635,91	38,64	226966,70
	4	3,65	0,35	0,50	1627,80	0,00	0,00	-	-	229,45	373495,88	33,49	54509,27
	5	6,38	0,40	0,50	3249,24	0,00	0,00	-	-	237,61	772051,82	31,34	101819,34
	6	3,95	0,30	0,50	1509,94	0,00	0,00	-	-	229,30	346225,65	27,79	41955,76
	7	3,15	0,20	0,50	802,75	0,00	0,00	-	-	232,85	186919,11	27,79	22305,60
	8	3,23	0,20	1,10	1808,10	4,37	1436,62	-	-	236,29	766680,77	24,59	79776,10
	9	2,90	0,30	1,10	2438,84	4,37	1291,85	-	-	239,35	892930,76	24,59	91724,06
	10	5,65	0,30	0,50	2159,79	4,37	2516,87	-	-	230,15	1076322,20	22,54	105395,00
	11 Parte 1	1,55	0,30	0,50	592,51	4,37	690,47	-	-	233,75	299892,95	22,54	28913,67
VIGAS Y	12	0,30	6,45	0,50	2465,60	4,37	2873,24	-	-	231,27	1234727,99	35,41	189055,73
	13	0,30	7,30	0,50	2790,52	0,00	0,00	-	-	234,42	654161,48	34,99	97630,24
	14	0,30	7,30	0,50	2790,52	9,80	7292,56	-	-	240,80	2427983,12	34,99	352770,62
	15	0,30	5,00	0,50	1911,31	4,37	2227,32	-	-	227,62	942047,47	30,99	128241,37
	16	0,30	4,40	0,50	1681,96	0,00	0,00	-	-	231,27	388990,95	29,99	50435,84
	17	0,20	1,50	0,50	382,26	0,00	0,00	-	-	234,42	89611,16	30,59	11692,05
	18	0,23	6,75	0,50	1935,21	9,80	6743,12	-	-	240,80	2089721,73	27,96	242658,14
	19	0,30	5,95	1,00	4548,93	4,37	2650,51	-	-	227,32	1636596,71	25,51	183667,78
	20	0,20	2,05	0,50	522,43	0,00	0,00	-	-	232,97	121711,07	23,56	12309,09
	11 Parte 2	0,30	2,05	0,50	783,64	4,37	913,20	-	-	234,52	397947,66	23,56	39979,93

**Tabela A16 - Centro de massas das lajes e caixas de elevador.**

	<b>Elemento Nº</b>	<b>Lx [m]</b>	<b>Ly [m]</b>	<b>Lz [m]</b>	<b>Massa [Kg]</b>	<b>RCP [kN/m]</b>	<b>RCP [Kg]</b>	<b>SC [kN/m]</b>	<b>SC [Kg]</b>	<b>x<sub>CM</sub> [m]</b>	<b>m.x<sub>CM</sub> [Kg.m]</b>	<b>y<sub>CM</sub> [m]</b>	<b>m.y<sub>CM</sub> [Kg.m]</b>
<b>LAJES</b>	<b>1</b>	9,53	4,65	0,20	22574,54	2,50	11287,27	0,40	1805,96	236,04	8418854,03	37,06	1321897,68
	<b>2</b>	5,65	12,20	0,20	35132,52	2,50	17566,26	0,40	2810,60	230,15	12775361,27	28,64	1589588,76
	<b>3</b>	1,55	2,05	0,20	1619,52	2,50	809,76	0,40	129,56	233,56	597646,96	23,56	60289,92
	<b>4</b>	1,45	8,55	0,20	6318,81	2,50	3159,40	0,40	505,50	233,70	2333172,37	30,46	304117,95
	<b>5</b>	6,38	4,90	0,20	15921,25	2,50	7960,63	0,40	1273,70	237,61	5977225,16	32,29	812183,15
	<b>6</b>	1,95	1,60	0,20	1590,21	2,50	795,11	0,40	127,22	235,40	591445,97	26,99	67804,36
	<b>7</b>	1,70	1,60	0,20	1386,34	2,50	693,17	0,40	110,91	235,52	515893,37	25,39	55606,83
	<b>8</b>	4,43	5,25	0,20	11840,60	2,50	5920,30	0,40	947,25	238,59	4463487,72	27,21	509074,74
<b>EL 1</b>	<b>1</b>	2,23	0,24	3,50	4705,50	-	-	-	-	235,40	1107665,43	27,79	130749,03
	<b>2</b>	0,24	1,95	3,50	4114,68	-	-	-	-	234,42	964574,55	28,86	118755,39
	<b>3</b>	0,24	1,95	3,50	4114,68	-	-	-	-	236,37	972598,17	28,86	118755,39
<b>EL 2</b>	<b>1</b>	0,24	1,84	3,50	3882,57	-	-	-	-	232,97	904532,93	25,39	98564,44
	<b>2</b>	1,56	0,24	3,50	3291,74	-	-	-	-	233,87	769849,18	26,19	86198,90
	<b>3</b>	1,56	0,24	3,50	3291,74	-	-	-	-	233,87	769849,18	24,59	80932,11

## Inércias dos elementos verticais da cobertura

Tabela A17 - Inércias de cada elemento vertical da cobertura.

	Elemento Nº	$I_x$ [m <sup>4</sup> ]	$y \cdot I_x$ [m <sup>5</sup> ]	$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	$x \cdot I_y$ [m <sup>5</sup> ]
PILARES	1	0,00228	0,08802	0,00101	0,23416
	2	0,00107	0,04141	0,00079	0,18461
	3	0,00107	0,04141	0,00079	0,18697
	4	0,00107	0,04141	0,00079	0,18963
	5	0,00068	0,02260	0,00068	0,15365
	6	0,00313	0,10058	0,00113	0,26018
	7	0,00266	0,08329	0,00161	0,37691
	8	0,00160	0,05014	0,00090	0,21672
	9	0,00135	0,03846	0,00540	1,22835
	10	0,00160	0,04446	0,00090	0,20815
	11	0,00068	0,01660	0,00068	0,16058
	12	0,00068	0,01660	0,00068	0,16254
	13	0,00068	0,01521	0,00068	0,15344
	14	0,00090	0,02028	0,00160	0,37276
CX EL 1	1	0,00257	0,07138	0,22179	52,20919
	2	0,14830	4,28007	0,00225	0,52661
	3	0,14830	4,28007	0,00225	0,53099
CX EL 2	1	0,12459	3,16289	0,00212	0,49383
	2	0,00180	0,04706	0,07593	17,75757
	3	0,00180	0,04418	0,07593	17,75757

## Centros de Rigidez e Centro de Massas da Cobertura

Tabela A18 - Centro de Rigidez e Centro de Massas da Cobertura.

Centro de Massas [m]	Excentricidade [m]	Centro de Rigidez [m]
$X_{CM} = 234,45$	$X = 0,21$	$X_{CR} = 234,66$
$Y_{CM} = 30,74$	$Y = 2,75$	$Y_{CR} = 27,99$

## Centro de massas dos elementos do piso 2

Tabela A19 - Centro de massas das escadas e pilares do piso 2.

	Elemento Nº	Lx [m]	Ly [m]	Lz [m]	Massa [Kg]	RCP [kN/m]	RCP [Kg]	SC [kN/m]	SC [Kg]	x <sub>CM</sub> [m]	m.x <sub>CM</sub> [Kg.m]	y <sub>CM</sub> [m]	m.y <sub>CM</sub> [Kg.m]
ESCADAS	Lanço 1	1,35	2,84	0,20	1950,83	3,50	1365,58	3,00	1170,50	233,75	1048802,79	30,31	136004,19
	Lanço 2	1,55	2,84	0,20	2242,92	3,50	1570,04	3,00	1345,75	232,05	1197067,60	30,31	156367,76
	Patim	3,15	1,40	0,20	2247,71	1,00	449,54	3,00	1348,62	232,85	942072,29	28,49	115252,32
	Viga do patim	3,15	0,20	0,20	321,10	0,37	118,81	-	-	232,85	102431,67	27,79	12223,47
PILARES	1	0,30	0,45	3,50	1186,93	-	-	-	-	231,27	274503,72	38,64	45858,57
	2	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	234,42	216410,96	38,64	35667,78
	3	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	237,42	219180,45	38,64	35667,78
	4	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	240,80	222296,13	38,64	35667,78
	5	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	227,62	180113,98	33,49	26497,27
	6	0,30	0,50	3,50	1318,81	-	-	-	-	231,27	305004,27	32,19	42447,66
	7	0,35	0,45	3,50	1384,75	-	-	-	-	234,42	324616,43	31,34	43393,01
	8	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	240,80	254052,72	31,34	33061,34
	9	0,60	0,30	3,50	1582,57	-	-	-	-	227,47	359991,36	28,49	45081,69
	10	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	231,27	244003,41	27,79	29315,93
	11	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	237,90	188244,82	24,59	19454,83
	12	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	240,80	190539,54	24,59	19454,83
	13	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	227,32	179876,99	22,54	17832,70
	14	0,40	0,30	3,50	1055,05	-	-	-	-	232,97	245796,89	22,54	23776,94
	15	0,40	0,30	3,50	1055,05	-	-	-	-	240,80	254052,72	37,04	39075,10
	16	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	246,77	227812,05	37,04	34190,71
	17	0,30	1,30	3,50	3428,90	-	-	-	-	246,77	846159,03	31,79	108992,36

Tabela A20 - Centro de massas dos pilares e vigas segundo x.

	Elemento Nº	Lx [m]	Ly [m]	Lz [m]	Massa [Kg]	RCP [kN/m]	RCP [Kg]	SC [kN/m]	SC [Kg]	x <sub>CM</sub> [m]	m.x <sub>CM</sub> [Kg.m]	y <sub>CM</sub> [m]	m.y <sub>CM</sub> [Kg.m]
<b>PILARES</b>	<b>18</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	246,77	260356,62	27,91	29447,81
	<b>19</b>	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	243,77	192893,61	24,59	19454,83
	<b>20</b>	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	246,77	227811,58	24,59	22697,31
	<b>21</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	246,77	260356,62	20,28	21399,28
	<b>22</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	243,77	257191,49	19,86	20948,57
	<b>23</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	240,80	254052,72	19,43	20502,18
	<b>24</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	237,90	250993,09	19,02	20066,76
	<b>25</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	234,52	247432,31	18,55	19567,72
	<b>26</b>	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	232,97	215072,37	18,32	16911,37
	<b>27</b>	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	227,32	179876,99	17,51	13859,27
<b>VIGAS X</b>	<b>1</b>	3,15	0,35	0,50	1404,82	0,00	0,00	-	-	232,85	327108,43	38,64	54277,05
	<b>2</b>	3,00	0,35	0,50	1337,92	0,00	0,00	-	-	235,92	315645,95	38,64	51692,43
	<b>3</b>	3,38	0,35	0,50	1505,16	0,00	0,00	-	-	239,11	359899,39	38,64	58153,99
	<b>4</b>	5,98	0,20	0,50	1522,68	1,17	712,61	-	-	243,79	544932,21	37,04	82787,30
	<b>5</b>	3,65	0,30	0,50	1395,26	<b>Consolas</b>	-	-	-	229,45	320139,32	33,49	46722,23
	<b>6</b>	6,38	0,40	0,50	3249,24	0,00	0,00	-	-	237,61	772051,82	31,34	101819,34
	<b>7</b>	5,98	0,40	0,50	3045,36	0,00	0,00	-	-	243,79	742414,46	31,34	95430,68
	<b>8</b>	3,95	0,30	0,50	1509,94	4,86	1956,88	-	-	229,30	794934,10	27,79	96330,44
	<b>9</b>	3,15	0,20	0,50	802,75	3,89	1249,08	-	-	232,85	477765,23	27,79	57013,10
	<b>10</b>	3,23	0,20	0,50	821,87	0,71	233,41	-	-	236,29	249346,02	24,59	25945,42
	<b>11</b>	2,90	0,30	0,50	1108,56	0,71	209,89	-	-	239,35	315568,24	24,59	32415,95
	<b>12</b>	2,98	0,30	0,50	1137,23	1,17	354,82	-	-	242,29	361501,52	24,59	36684,11
	<b>13</b>	3,00	0,30	0,50	1146,79	0,00	0,00	-	-	245,27	281276,15	24,59	28195,41
	<b>14</b>	5,65	0,30	0,50	2159,79	7,68	4423,24	-	-	230,15	1515069,30	22,54	148357,74
	<b>15</b>	3,03	0,40	0,50	1544,44	<b>Consolas</b>	-	-	-	245,27	378810,21	20,07	30995,92
	<b>16</b>	2,93	0,40	0,50	1492,97		-	-	-	239,35	357338,21	19,23	28703,92
	<b>17</b>	1,57	0,35	0,50	698,71		-	-	-	233,75	163321,15	18,43	12879,19
	<b>18</b>	5,71	0,30	0,50	2181,54		-	-	-	230,15	502075,87	17,92	39086,37

**Tabela A21 - Centros de massa das vigas segundo y e caixas de elevador.**

	Elemento Nº	Lx [m]	Ly [m]	Lz [m]	Massa [Kg]	RCP [kN/m]	RCP [Kg]	SC [kN/m]	SC [Kg]	x <sub>CM</sub> [m]	m.x <sub>CM</sub> [Kg.m]	y <sub>CM</sub> [m]	m.y <sub>CM</sub> [Kg.m]
<b>VIGAS Y</b>	<b>19</b>	0,30	6,45	0,50	2465,60	9,60	4256,88	-	-	231,27	1554726,09	35,41	238052,32
	<b>20</b>	0,30	7,30	0,50	2790,52	0,00	0,00	-	-	234,42	654161,48	34,99	97630,24
	<b>21</b>	0,30	5,70	0,50	2178,90	0,88	511,31	-	-	240,80	647797,63	34,19	91968,73
	<b>22</b>	0,30	4,75	1,38	5011,47	1,17	566,51	-	-	246,77	1376494,15	34,66	193340,65
	<b>23</b>	0,30	5,00	0,50	1911,31	3,15	1604,08	-	-	227,62	800183,47	30,99	108929,36
	<b>24</b>	0,30	4,40	0,50	1681,96	4,56	2044,55	-	-	231,27	861838,91	29,99	111744,43
	<b>25</b>	0,20	1,50	0,50	382,26	0,59	90,21	-	-	234,42	110759,40	30,59	14451,37
	<b>26</b>	0,30	3,43	0,50	1309,25	1,17	408,49	-	-	246,77	423890,77	29,62	50886,07
	<b>27</b>	0,23	6,75	0,50	1935,21	0,88	605,50	-	-	240,80	611797,62	27,96	71041,84
	<b>28</b>	0,20	3,33	0,50	847,35	1,17	396,56	-	-	246,77	306962,98	26,25	32651,25
	<b>29</b>	0,30	5,95	1,00	4548,93	6,26	3796,84	-	-	227,32	1897183,72	25,51	212912,27
	<b>30</b>	0,20	2,05	0,50	522,43	0,00	0,00	-	-	232,97	121711,07	23,56	12309,09
	<b>31</b>	0,30	5,02	1,00	3839,07	1,17	598,89	-	-	227,32	1008849,90	20,03	88872,85
	<b>32</b>	0,30	6,04	0,50	2308,72	3,83	2360,34	-	-	234,52	1094999,15	21,57	100695,58
	<b>33</b>	0,30	5,57	0,50	2127,91	1,17	663,91	-	-	237,90	664165,84	21,80	60870,15
	<b>34</b>	0,30	5,15	0,50	1970,15	1,17	614,69	-	-	240,80	622421,52	22,01	56890,57
	<b>35</b>	0,30	4,73	0,50	1808,33	1,17	564,20	-	-	243,77	578359,09	22,22	52720,30
	<b>36</b>	0,30	4,30	0,50	1645,11	1,17	513,27	-	-	246,77	532629,58	22,43	48422,40
	<b>37</b>	0,30	1,60	0,50	611,62	0,00	0,00	-	-	240,80	147276,94	37,84	23141,53
<b>CX EL 1</b>	<b>1</b>	2,23	0,24	3,50	4705,50	-	-	-	-	235,40	1107665,43	27,79	130749,03
	<b>2</b>	0,24	1,95	3,50	4114,68	-	-	-	-	234,42	964574,55	28,86	118755,39
	<b>3</b>	0,24	1,95	3,50	4114,68	-	-	-	-	236,37	972598,17	28,86	118755,39
<b>CX EL 2</b>	<b>1</b>	0,24	1,84	3,50	3882,57	-	-	-	-	232,97	904532,93	25,39	98564,44
	<b>2</b>	1,56	0,24	3,50	3291,74	-	-	-	-	233,87	769849,18	26,19	86198,90
	<b>3</b>	1,56	0,24	3,50	3291,74	-	-	-	-	233,87	769849,18	24,59	80932,11

Tabela A22 - centros de massa das lajes e consolas do piso 2.

	Elemento Nº	Lx [m]	Ly [m]	Lz [m]	Massa [Kg]	RCP [kN/m]	RCP [Kg]	SC [kN/m]	SC [Kg]	x <sub>CM</sub> [m]	m.x <sub>CM</sub> [Kg.m]	y <sub>CM</sub> [m]	m.y <sub>CM</sub> [Kg.m]
LAJES	1	3,15	7,20	0,20	11559,63	1,19	2751,19	3,00	6935,78	232,85	4947225,35	35,04	744404,57
	2	6,38	8,80	0,20	28593,27	1,19	6805,20	3,00	17155,96	237,61	12487474,89	34,24	1799274,63
	3	5,98	12,45	0,20	37914,76	2,50	18957,38	3,00	22748,85	243,79	19410426,02	30,81	2453234,06
	4	16,85		0,20	8590,21	2,50	4295,11	3,00	5154,13	245,27	4424586,30	21,78	392852,31
	5	18,74		0,20	9550,20	2,50	4775,10	3,00	5730,12	239,35	4800222,60	21,36	428299,71
	6	55,13		0,20	28097,15	1,19 e 2,5	12028,61	3,00	16858,29	230,92	13158914,58	20,76	1182886,14
	7	5,65	1,60	0,20	4607,54	1,19	1096,60	3,00	2764,53	230,15	1949044,53	25,39	214988,91
	8	1,70	3,20	0,20	2772,68	1,19	659,90	3,00	1663,61	235,52	1200268,36	26,19	133450,81
	9	4,43	5,25	0,20	11840,60	1,19	2818,06	3,00	7104,36	238,59	5192335,71	27,21	592202,14
	10	7,35	1,60	0,20	5993,88	1,19	1426,54	3,00	3596,33	231,00	2544846,96	26,99	297302,65
	11	3,95	6,95	0,20	13992,10	1,19	3330,12	3,00	8395,26	229,30	5896961,50	31,26	803964,42
Consolas das vigas (RCP_ParedesExt)	5	4,94		0,20	Já contabilizado nas Lajes	0,83	417,76	-	-	229,45	95853,70	34,11	14250,32
	15	3,30		0,20		7,48	2518,34	-	-	245,27	617681,02	19,52	49154,02
	16	3,30		0,20		7,48	2518,34	-	-	239,35	602759,84	18,68	47030,56
	17	7,93		0,20		5,74	4639,98	-	-	230,92	1071477,08	17,48	81106,38
	18												



## Inércias dos elementos verticais do piso 2

Tabela A23 - Inércias de cada elemento vertical do piso 2.

	Elemento Nº	$I_x$ [m <sup>4</sup> ]	$y.I_x$ [m <sup>4</sup> ]	$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	$x.I_y$ [m <sup>5</sup> ]
<b>PLARES</b>	1	0,0023	0,0880	0,0010	0,2342
	2	0,0011	0,0414	0,0008	0,1846
	3	0,0011	0,0414	0,0008	0,1870
	4	0,0011	0,0414	0,0008	0,1896
	5	0,0007	0,0226	0,0007	0,1536
	6	0,0031	0,1006	0,0011	0,2602
	7	0,0027	0,0833	0,0016	0,3769
	8	0,0016	0,0501	0,0009	0,2167
	9	0,0014	0,0385	0,0054	1,2284
	10	0,0016	0,0445	0,0009	0,2081
	11	0,0007	0,0166	0,0007	0,1606
	12	0,0007	0,0166	0,0007	0,1625
	13	0,0007	0,0152	0,0007	0,1534
	14	0,0009	0,0203	0,0016	0,3728
	15	0,0009	0,0333	0,0016	0,3853
	16	0,0011	0,0397	0,0008	0,1943
	17	0,0549	1,7459	0,0029	0,7218
	18	0,0016	0,0447	0,0009	0,2221
	19	0,0007	0,0166	0,0007	0,1645
	20	0,0011	0,0264	0,0008	0,1943
	21	0,0016	0,0325	0,0009	0,2221
	22	0,0016	0,0318	0,0009	0,2194
	23	0,0016	0,0311	0,0009	0,2167
	24	0,0016	0,0304	0,0009	0,2141
	25	0,0016	0,0297	0,0009	0,2111
	26	0,0011	0,0196	0,0008	0,1835
	27	0,0007	0,0118	0,0007	0,1534
<b>CX EL 1</b>	1	0,0026	0,0714	0,2218	52,2092
	2	0,1483	4,2801	0,0022	0,5266
	3	0,1483	4,2801	0,0022	0,5310
<b>CX EL 2</b>	1	0,1246	3,1629	0,0021	0,4938
	2	0,0018	0,0471	0,0759	17,7576
	3	0,001797	0,044185	0,075928	17,75757

## Centro de Rigidez e Centro de Massas do Piso 2

Tabela A24 - Centro de Rigidez e de Massas do piso 2.

Centro de Massas [m]	Excentricidade [m]	Centro de Rigidez [m]
$X_{CM} = 236,65$	$X = 1,74$	$X_{CR} = 234,91$
$Y_{CM} = 27,95$	$Y = 0,30$	$Y_{CR} = 28,25$

## Centro de massas dos elementos do piso 1

Tabela A25 - Centro de massas das escadas e pilares do piso 1.

	Elemento N°	Lx [m]	Ly [m]	Lz [m]	Massa [Kg]	RCP [kN/m]	RCP [Kg]	SC [kN/m]	SC [Kg]	x <sub>CM</sub> [m]	m.x <sub>CM</sub> [Kg.m]	y <sub>CM</sub> [m]	m.y <sub>CM</sub> [Kg.m]
<b>ESCADAS</b>	<b>Lanço 1</b>	1,35	2,84	0,20	1950,83	3,50	1365,58	3,00	1170,50	233,75	1048802,79	30,31	136004,19
	<b>Lanço 2</b>	1,55	2,84	0,20	2242,92	3,50	1570,04	3,00	1345,75	232,05	1197067,60	30,31	156367,76
	<b>Patim</b>	3,15	1,40	0,20	2247,71	1,00	449,54	3,00	1348,62	232,85	942072,29	28,49	115252,32
	<b>Viga do patim</b>	3,15	0,20	0,50	802,75	2,63	844,50	-	-	232,85	383558,00	27,79	45771,08
<b>PILARES</b>	<b>1</b>	0,30	0,45	3,50	1186,93	-	-	-	-	231,27	274503,72	38,64	45858,57
	<b>2</b>	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	234,42	216410,96	38,64	35667,78
	<b>3</b>	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	237,42	219180,45	38,64	35667,78
	<b>4</b>	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	240,80	222296,13	38,64	35667,78
	<b>5</b>	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	227,62	180113,98	33,49	26497,27
	<b>6</b>	0,30	0,50	3,50	1318,81	-	-	-	-	231,27	305004,27	32,19	42447,66
	<b>7</b>	0,35	0,45	3,50	1384,75	-	-	-	-	234,42	324616,43	31,34	43393,01
	<b>8</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	240,80	254052,72	31,34	33061,34
	<b>9</b>	0,60	0,30	3,50	1582,57	-	-	-	-	227,47	359991,36	28,49	45081,69
	<b>10</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	231,27	244003,41	27,79	29315,93
	<b>11</b>	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	237,90	188244,82	24,59	19454,83
	<b>12</b>	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	240,80	190539,54	24,59	19454,83
	<b>13</b>	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	227,32	179876,99	22,54	17832,70
	<b>14</b>	0,40	0,30	3,50	1055,05	-	-	-	-	232,97	245796,89	22,54	23776,94
	<b>15</b>	0,40	0,30	3,50	1055,05	-	-	-	-	240,80	254052,72	37,04	39075,10
	<b>16</b>	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	246,77	227812,05	37,04	34190,71
	<b>17</b>	0,30	1,30	3,50	3428,90	-	-	-	-	246,77	846159,03	31,79	108992,36
	<b>18</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	246,77	260356,62	27,91	29447,81
	<b>19</b>	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	243,77	192893,61	24,59	19454,83
	<b>20</b>	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	246,77	227811,58	24,59	22697,31
	<b>21</b>	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	246,77	260356,62	20,28	21399,28
	<b>22</b>	<b>0,30</b>	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	243,77	257191,49	19,86	20948,57
	<b>23</b>	<b>0,30</b>	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	240,80	254052,72	19,43	20502,18

Tabela A26 - Centros de massa dos pilares e vigas do piso 1.

	Elemento Nº	Lx [m]	Ly [m]	Lz [m]	Massa [Kg]	RCP [kN/m]	RCP [Kg]	SC [kN/m]	SC [Kg]	x <sub>CM</sub> [m]	m.x <sub>CM</sub> [Kg.m]	y <sub>CM</sub> [m]	m.y <sub>CM</sub> [Kg.m]
PILARES	24	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	237,90	250993,09	19,02	20066,76
	25	0,30	0,40	3,50	1055,05	-	-	-	-	234,52	247432,31	18,55	19567,72
	26	0,30	0,35	3,50	923,17	-	-	-	-	232,97	215072,37	18,32	16911,37
	27	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	227,32	179876,99	17,51	13859,27
	28	0,25	0,25	3,50	549,50	-	-	-	-	224,47	123348,49	38,64	21230,82
	29	0,25	0,30	3,50	659,40	-	-	-	-	228,27	150523,92	38,64	25476,98
	30	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	228,27	180628,71	36,01	28494,07
	31	0,25	0,25	3,50	549,50	-	-	-	-	224,47	123348,49	33,49	18400,88
	32	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	226,17	178967,01	28,49	22540,84
	33	0,30	0,30	3,50	791,28	-	-	-	-	226,17	178967,01	22,54	17832,70
	34	1,10	0,30	3,50	2901,38	-	-	-	-	225,77	655051,82	17,29	50177,27
	35,1	0,30	0,20	3,50	527,52	-	-	-	-	226,17	119311,34	11,22	5917,70
	35,2	0,20	0,20	3,50	351,68	-	-	-	-	223,82	78714,44	10,89	3828,52
VIGAS X	2	3,80	0,20	0,50	968,40	0,00	0,00	-	-	226,37	219219,33	38,64	37415,47
	3	3,00	0,30	0,50	1146,79	0,00	0,00	-	-	229,77	263500,92	38,64	44307,80
	4	3,15	0,35	1,50	4214,45	2,22	712,84	-	-	232,85	1147309,47	38,64	190372,89
	5	3,00	0,35	1,50	4013,76	2,22	678,90	-	-	235,92	1107105,62	38,64	181307,51
	6	3,38	0,35	1,50	4515,48	2,22	763,76	-	-	239,11	1262321,41	38,64	203970,95
	7	5,98	0,20	0,50	1522,68	6,05	3683,59	-	-	243,79	1269211,88	37,04	192821,47
	8	3,15	0,20	0,50	802,75	0,23	73,90	-	-	226,05	198166,27	33,49	29356,07
	32 (parte 2)	0,65	0,30	0,50	248,47	0,00	0,00	-	-	227,95	56638,41	33,49	8320,40
	9	6,38	0,40	0,50	3249,24	0,00	0,00	-	-	237,61	772051,82	31,34	101819,34
	10	5,98	0,40	0,50	3045,36	0,00	0,00	-	-	243,79	742414,46	31,34	95430,68
	11	2,35	0,30	0,50	898,32	0,00	0,00	-	-	225,00	202119,58	28,49	25589,85
	12	1,15	0,30	0,50	439,60	0,50	58,61	-	-	226,75	112969,41	28,49	14192,38
	13	3,95	0,30	0,50	1509,94	4,86	1956,88	-	-	229,30	794934,10	27,79	96330,44
	14	3,15	0,20	0,50	802,75	0,46	147,71	-	-	232,85	221312,22	27,79	26409,83
	15	3,23	0,20	0,50	821,87	3,50	1150,61	-	-	236,29	466067,33	24,59	48496,11

Tabela A27 - Centros de massa das vigas do piso 1.

	Elemento Nº	Lx [m]	Ly [m]	Lz [m]	Massa [Kg]	RCP [kN/m]	RCP [Kg]	SC [kN/m]	SC [Kg]	x <sub>CM</sub> [m]	m.x <sub>CM</sub> [Kg.m]	y <sub>CM</sub> [m]	m.y <sub>CM</sub> [Kg.m]
VIGAS X	16	2,90	0,30	0,50	1108,56	0,00	0,00	-	-	239,35	265332,04	24,59	27255,57
	17	2,98	0,30	0,50	1137,23	3,50	1061,42	-	-	242,29	532700,41	24,59	54056,87
	18	3,00	0,30	0,50	1146,79	0,00	0,00	-	-	245,27	281276,15	24,59	28195,41
	19	2,35	0,30	0,50	898,32	0,00	0,00	-	-	225,00	202119,58	22,54	20244,85
	20	1,15	0,30	0,50	439,60	0,50	58,61	-	-	226,75	112969,41	22,54	11228,00
	21	5,65	0,30	0,50	2159,79	0,00	0,00	-	-	230,15	497069,98	22,54	48673,80
	22	3,03	0,40	0,50	1544,44	0,00	0,00	-	-	245,27	378810,21	20,07	30995,92
	23	3,01	0,40	0,50	1531,60	0,00	0,00	-	-	242,29	371084,26	19,64	30087,06
	24	2,93	0,40	0,50	1492,97	0,00	0,00	-	-	239,35	357338,21	19,23	28703,92
	25	3,41	0,40	0,50	1737,00	0,00	0,00	-	-	236,21	410298,01	18,78	32626,65
	26	1,57	0,35	0,50	698,71	0,00	0,00	-	-	233,75	163321,15	18,43	12879,19
	27	5,71	0,30	0,50	2181,54	0,00	0,00	-	-	230,15	502075,87	17,92	39086,37
	28	1,16	0,30	0,50	444,04	0,00	0,00	-	-	226,75	100684,34	17,43	7740,94
	29	1,97	0,30	0,50	752,83	0,00	0,00	-	-	224,80	169234,25	17,16	12915,76
	VP35	2,37	0,20	0,20	241,93	0,00	0,00	-	-	225,00	54432,95	11,05	2673,80
VIGAS Y	30	0,20	5,15	0,50	1312,44	0,00	0,00	-	-	224,47	294606,25	36,06	47328,29
	31	0,25	2,63	0,50	836,68	0,00	0,00	-	-	228,28	190999,23	37,32	31227,42
	32	0,30	2,52	0,50	964,64	0,00	0,00	-	-	228,27	220201,23	34,75	33519,43
	33	0,30	6,45	0,50	2465,60	6,92	4550,46	-	-	231,27	1622622,70	35,41	248448,33
	34	0,30	7,30	0,50	2790,52	0,00	0,00	-	-	234,42	654161,48	34,99	97630,24
	35	0,30	5,70	0,50	2178,90	0,00	0,00	-	-	240,80	524674,11	34,19	74488,72
	36	0,30	4,75	1,50	5447,25	4,22	2043,32	-	-	246,77	1848469,14	34,66	259633,67
	37	0,30	5,00	0,50	1911,31	0,50	254,84	-	-	226,17	489925,79	30,99	67121,41
	38	0,30	5,00	0,50	1911,31	3,15	1604,08	-	-	227,62	800183,47	30,99	108929,36
	39	0,30	4,40	0,50	1681,96	3,79	1699,90	-	-	231,27	782131,13	29,99	101409,66
	40	0,20	1,50	0,50	382,26	0,59	90,21	-	-	234,42	110759,40	30,59	14451,37
	41	0,23	6,75	0,50	1935,21	0,00	0,00	-	-	240,80	465993,45	27,96	54111,08
	42	0,30	3,43	0,50	1309,25	9,60	3351,68	-	-	246,77	1150191,42	29,62	138075,00

Tabela A28 - Centros de massa das vigas, caixas de elevador e lajes do piso 1.

	Elemento Nº	Lx [m]	Ly [m]	Lz [m]	Massa [Kg]	RCP [kN/m]	RCP [Kg]	SC [kN/m]	SC [Kg]	x <sub>CM</sub> [m]	m.x <sub>CM</sub> [Kg.m]	y <sub>CM</sub> [m]	m.y <sub>CM</sub> [Kg.m]
VIGAS Y	43	0,20	3,33	0,50	847,35	4,76	1614,68	-	-	246,77	607561,68	26,25	64625,54
	44	0,30	5,95	0,50	2274,46	0,50	303,26	-	-	226,17	583011,69	25,51	65761,42
	45	0,30	5,95	0,50	2274,46	6,76	4100,10	-	-	227,32	1449084,37	25,51	162624,12
	46	0,20	2,05	0,50	522,43	0,00	0,00	-	-	232,97	121711,07	23,56	12309,09
	47	0,30	5,19	0,50	1982,11	0,18	96,84	-	-	226,17	470201,95	19,94	41462,16
	48	0,30	5,02	0,50	1919,53	7,13	3650,36	-	-	227,32	1266163,09	20,03	111540,40
	49	0,30	4,22	0,50	1612,19	0,00	0,00	-	-	232,97	375597,39	20,43	32933,42
	50	0,30	5,57	0,50	2127,91	5,77	3274,41	-	-	237,90	1285199,82	21,80	117787,30
	51	0,30	5,15	0,50	1970,15	9,60	5043,57	-	-	240,80	1688887,65	22,01	154367,71
	52	0,30	4,30	0,50	1645,11	9,60	4211,47	-	-	246,77	1445244,90	22,43	131390,05
	53	0,30	6,13	0,50	2344,53	0,00	0,00	-	-	226,17	530269,74	14,28	33490,73
	54	0,30	1,60	0,50	611,62	2,22	362,08	-	-	240,80	234464,89	37,84	36841,31
CX EL 1	1	2,23	0,24	3,50	4705,50	-	-	-	-	235,40	1107665,43	27,79	130749,03
	2	0,24	1,95	3,50	4114,68	-	-	-	-	234,42	964574,55	28,86	118755,39
	3	0,24	1,95	3,50	4114,68	-	-	-	-	236,37	972598,17	28,86	118755,39
CX EL 2	1	0,24	1,84	3,50	3882,57	-	-	-	-	232,97	904532,93	25,39	98564,44
	2	1,56	0,24	3,50	3291,74	-	-	-	-	233,87	769849,18	26,19	86198,90
	3	1,56	0,24	3,50	3291,74	-	-	-	-	233,87	769849,18	24,59	80932,11
LAJES	1	35,77		0,28	25522,24	2,50	9115,09	0,40	1458,41	227,55	8213506,94	36,44	1315198,93
	2	25,04		0,20	12763,76	1,19	3037,78	3,00	7658,26	232,85	5462561,32	35,41	830744,13
	3	54,94		0,20	28002,55	1,19	6664,61	3,00	16801,53	237,84	12241069,90	35,36	1820004,72
	4	52,72		0,28	37619,11	2,50	13435,40	0,40	2149,66	225,00	11970822,17	22,27	1184819,72
	5	10,29		0,20	5245,62	1,19	1248,46	3,00	3147,37	234,84	2264152,25	30,58	294858,48
	6	43,25		0,20	22045,06	1,19	5246,72	3,00	13227,03	229,30	9290874,69	28,01	1134988,68
	7	25,59		0,20	13044,60	1,19	3104,61	3,00	7826,76	238,81	5725708,57	27,21	652419,71
	8	5,44		0,20	2772,73	1,19	659,91	3,00	1663,64	232,97	1187294,91	26,99	137530,28
	9	5,44		0,20	2772,68	1,19	659,90	3,00	1663,61	235,52	1200268,36	26,19	133450,81
	10	6,21		0,20	3162,59	1,19	752,70	3,00	1897,55	232,12	1349292,45	24,36	141608,89

Tabela A29 - Centro de massa das lajes do piso 1.

	Elemento Nº	Lx [m]	Ly [m]	Lz [m]	Massa [Kg]	RCP [kN/m]	RCP [Kg]	SC [kN/m]	SC [Kg]	x <sub>CM</sub> [m]	m.x <sub>CM</sub> [Kg.m]	y <sub>CM</sub> [m]	m.y <sub>CM</sub> [Kg.m]
LAJES	11	68,79		0,20	35059,43	1,19	8344,14	3,00	21035,6 6	244,01	15723836,04	30,81	1985462,92
	12	15,23		0,20	7764,22	1,19	1847,88	3,00	4658,53	245,27	3500199,02	22,05	314631,86
	13 (Cob NA)	16,37		0,20	8344,24	2,50	4172,12	0,40	667,54	242,29	3194265,19	21,83	287869,14
	14 (Cob NA)	20,98		0,20	10694,65	2,50	5347,32	0,40	855,57	236,25	3992007,68	21,40	361683,49
	15	17,17		0,20	8751,73	1,19	2082,91	3,00	5251,04	239,35	3850073,34	21,63	347867,42
	16	29,27		0,20	14917,48	1,19	3550,36	3,00	8950,49	230,15	6310268,84	19,95	546894,28
	17	10,90		0,20	5556,68	1,19	1322,49	3,00	3334,01	233,79	2387689,50	21,23	216818,49
Consolas das vigas (RCP_ParedesEx)	22	1,68		0,20	Já contabilizad o nas Lajes	21,32	3651,13	-	-	245,27	895523,25	19,79	72251,88
	23	1,67		0,20		2,55	434,10	-	-	242,29	105175,53	19,36	8405,78
	24	1,63		0,20		22,06	3665,42	-	-	239,35	877310,94	18,95	69444,37
	25	1,89		0,20		2,63	506,70	-	-	236,21	119687,11	18,50	9373,54
	26	4,04		0,20		18,97	7812,31	-	-	230,92	1804041,42	17,75	138643,57
	27												

## Inércias dos elementos verticais do piso 2

Tabela A30 - Inércia de cada elemento vertical do piso 1.

	Elemento Nº	$I_x$ [m <sup>4</sup> ]	$y.I_x$ [m <sup>4</sup> ]	$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	$x.I_y$ [m <sup>5</sup> ]
PILARES	1	0,0023	0,0880	0,0010	0,2342
	2	0,0011	0,0414	0,0008	0,1846
	3	0,0011	0,0414	0,0008	0,1870
	4	0,0011	0,0414	0,0008	0,1896
	5	0,0007	0,0226	0,0007	0,1536
	6	0,0031	0,1006	0,0011	0,2602
	7	0,0027	0,0833	0,0016	0,3769
	8	0,0016	0,0501	0,0009	0,2167
	9	0,0014	0,0385	0,0054	1,2284
	10	0,0016	0,0445	0,0009	0,2081
	11	0,0007	0,0166	0,0007	0,1606
	12	0,0007	0,0166	0,0007	0,1625
	13	0,0007	0,0152	0,0007	0,1534
	14	0,0009	0,0203	0,0016	0,3728
	15	0,0009	0,0333	0,0016	0,3853
	16	0,0011	0,0397	0,0008	0,1943
	17	0,0549	1,7459	0,0029	0,7218
	18	0,0016	0,0447	0,0009	0,2221
	19	0,0007	0,0166	0,0007	0,1645
	20	0,0011	0,0264	0,0008	0,1943
	21	0,0016	0,0325	0,0009	0,2221
	22	0,0016	0,0318	0,0009	0,2194
	23	0,0016	0,0311	0,0009	0,2167
	24	0,0016	0,0304	0,0009	0,2141
	25	0,0016	0,0297	0,0009	0,2111
	26	0,0011	0,0196	0,0008	0,1835
	27	0,0007	0,0118	0,0007	0,1534
	28	0,0003	0,0126	0,0003	0,0731
	29	0,0006	0,0217	0,0004	0,0892
	30	0,0007	0,0243	0,0007	0,1541
	31	0,0003	0,0109	0,0003	0,0731
	32	0,0007	0,0192	0,0007	0,1527
	33	0,0007	0,0152	0,0007	0,1527
	34	0,0031	0,0536	0,0327	7,3828
	35,1	0,0002	0,0022	0,0005	0,1018
CX EL 1	1	0,0026	0,0714	0,2218	52,2092
	2	0,1483	4,2801	0,0022	0,5266
	3	0,1483	4,2801	0,0022	0,5310
CX EL 2	1	0,1246	3,1629	0,0021	0,4938
	2	0,0018	0,0471	0,0759	17,7576
	3	0,0018	0,0442	0,0759	17,7576

## Centro de Rigidez e Centro de Massas do piso 1

Tabela A31 - Centro de Rigidez e de Massas do piso 1.

Centro de Massas [m]	Excentricidade [m]	Centro de Rigidez [m]
$X_{CM} = 235,02$	$X = 0,85$	$X_{CR} = 234,17$
$Y_{CM} = 27,90$	$Y = 0,30$	$Y_{CR} = 28,20$



## Anexo 3 – Espectros de cálculo

### Espectros de cálculo obtidos para cada tipo de sismo

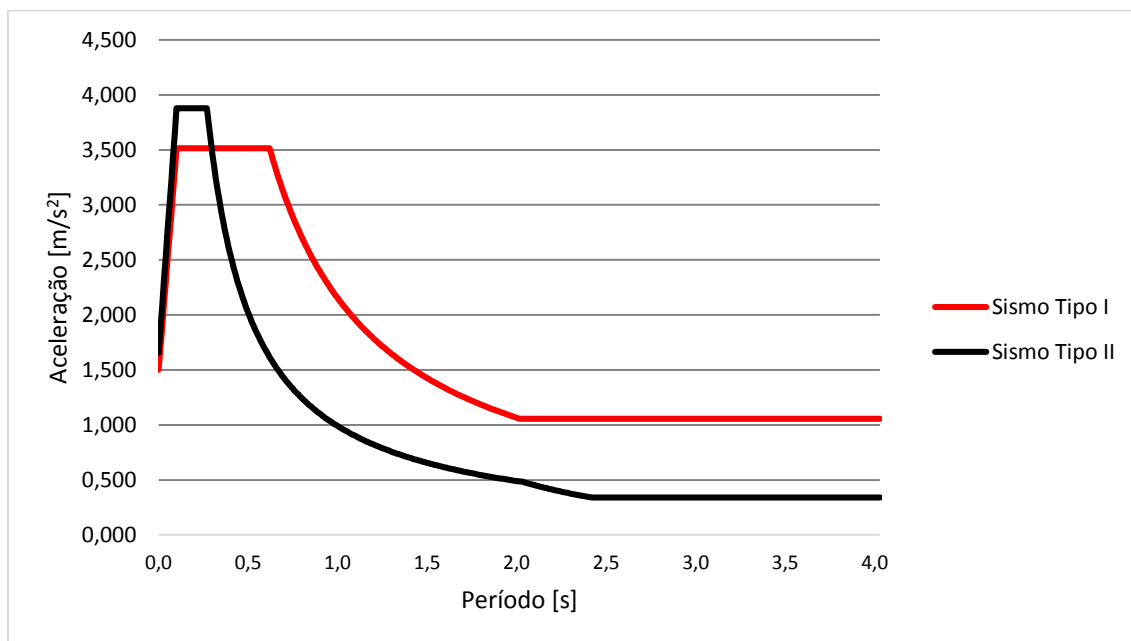


Figura A1 - Espectros de cálculo obtidos considerando o coeficiente de comportamento final.

Tabela A32 - Valores do espectro de cálculo para o sismo do Tipo I.

Sismo do Tipo I			
T [s]	S <sub>a</sub> (T) [m/s <sup>2</sup> ]	T [s]	S <sub>a</sub> (T) [m/s <sup>2</sup> ]
0,00	1,500	0,80	2,637
0,01	1,702	0,90	2,344
0,02	1,903	1,00	2,109
0,03	2,105	1,10	1,918
0,04	2,306	1,20	1,758
0,05	2,508	1,30	1,623
0,06	2,709	1,40	1,507
0,07	2,911	1,50	1,406
0,08	3,113	1,60	1,318
0,09	3,314	1,70	1,241
0,10	3,516	1,80	1,172
0,10	3,516	1,90	1,110
0,20	3,516	2,00	1,055
0,30	3,516	2,00	1,055
0,40	3,516	2,50	1,055
0,50	3,516	3,00	1,055
0,60	3,516	3,50	1,055
0,70	3,013	4,00	1,055

**Tabela A33 - Valores do espectro de cálculo para o sismo do Tipo II.**

<b>Sismo do Tipo II</b>			
<b>T [s]</b>	<b>S<sub>a</sub>(T) [m/s<sup>2</sup>]</b>	<b>T [s]</b>	<b>S<sub>a</sub>(T) [m/s<sup>2</sup>]</b>
0,00	1,655	0,50	1,939
0,01	1,877	0,60	1,616
0,02	2,099	0,70	1,385
0,03	2,322	0,80	1,212
0,04	2,544	0,90	1,077
0,05	2,766	1,00	0,970
0,06	2,989	1,20	0,808
0,07	3,211	1,40	0,693
0,08	3,433	1,60	0,606
0,09	3,656	1,80	0,539
0,10	3,878	2,00	0,485
0,10	3,878	2,20	0,401
0,15	3,878	2,40	0,340
0,20	3,878	2,50	0,340
0,25	3,878	3,00	0,340
0,30	3,232	3,50	0,340
0,40	2,424	4,00	0,340

## Anexo 4 – Factores de Participação Modal

Tabela A34 - Factores de participação modal (parte 1).

Modo	Período [s]	Frequência [Hz]	U <sub>x</sub>	U <sub>y</sub>	U <sub>z</sub>	R <sub>z</sub>	Somatório U <sub>x</sub>	Somatório U <sub>y</sub>	Somatório U <sub>z</sub>	Somatório R <sub>z</sub>
<u>1</u>	0,4547	2,1994	<b>0,0804</b>	0,0022	0,0000	0,0663	0,0804	0,0022	0,0000	0,0663
<u>2</u>	0,3370	2,9674	<b>0,1426</b>	0,0241	0,0000	0,0358	0,2230	0,0263	0,0001	0,1021
<u>3</u>	0,3271	3,0573	0,0087	<b>0,2184</b>	0,0002	0,0018	0,2316	0,2447	0,0002	0,1039
<b>4</b>	0,2268	4,4090	0,0113	0,0008	0,0000	0,0211	0,2429	0,2455	0,0002	0,1250
<b>5</b>	0,1389	7,2008	0,0002	0,0024	0,0134	0,0002	0,2431	0,2479	0,0136	0,1252
<b>6</b>	0,1340	7,4616	0,0027	0,0159	0,0003	0,0091	0,2458	0,2638	0,0139	0,1342
<u>7</u>	0,1173	8,5221	<b>0,0886</b>	0,0001	0,0020	0,0002	0,3344	0,2639	0,0159	0,1344
<b>8</b>	0,1111	9,0021	0,0011	0,0317	0,0238	0,0001	0,3355	0,2956	0,0398	0,1345
<b>9</b>	0,1095	9,1323	0,0040	0,0385	0,0126	0,0000	0,3394	0,3341	0,0523	0,1346
<b>10</b>	0,1072	9,3315	0,0013	0,0066	0,0214	0,0000	0,3408	0,3407	0,0737	0,1346
<b>11</b>	0,1064	9,4012	0,0000	0,0001	0,0023	0,0000	0,3408	0,3407	0,0760	0,1346
<b>12</b>	0,1061	9,4293	0,0044	0,0153	0,0662	0,0003	0,3452	0,3561	0,1422	0,1349
<b>13</b>	0,1051	9,5146	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,3452	0,3561	0,1425	0,1349
<b>14</b>	0,1047	9,5477	0,0003	0,0094	0,0015	0,0000	0,3455	0,3655	0,1439	0,1349
<b>15</b>	0,0993	10,0702	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,3456	0,3656	0,1439	0,1349
<b>16</b>	0,0980	10,1993	0,0003	0,0000	0,0004	0,0000	0,3458	0,3656	0,1443	0,1349
<b>17</b>	0,0977	10,2308	0,0006	0,0003	0,0457	0,0000	0,3465	0,3659	0,1900	0,1349
<b>18</b>	0,0945	10,5784	0,0000	0,0003	0,0073	0,0000	0,3465	0,3661	0,1973	0,1350
<b>19</b>	0,0927	10,7887	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,3466	0,3661	0,1973	0,1350
<b>20</b>	0,0917	10,9099	0,0001	0,0003	0,0242	0,0000	0,3467	0,3664	0,2216	0,1350
<b>21</b>	0,0890	11,2339	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,3467	0,3666	0,2216	0,1350
<b>22</b>	0,0873	11,4534	0,0000	0,0000	0,0016	0,0000	0,3467	0,3666	0,2232	0,1350
<b>23</b>	0,0857	11,6674	0,0000	0,0001	0,0022	0,0000	0,3467	0,3667	0,2254	0,1350
<b>24</b>	0,0835	11,9695	0,0003	0,0004	0,0131	0,0000	0,3470	0,3671	0,2385	0,1350
<b>25</b>	0,0832	12,0239	0,0003	0,0000	0,0205	0,0000	0,3473	0,3671	0,2590	0,1350
<b>26</b>	0,0818	12,2260	0,0003	0,0010	0,0327	0,0000	0,3476	0,3681	0,2917	0,1350
<b>27</b>	0,0816	12,2478	0,0016	0,0019	0,0058	0,0000	0,3493	0,3700	0,2975	0,1350
<b>28</b>	0,0808	12,3735	0,0000	0,0000	0,0013	0,0000	0,3493	0,3700	0,2988	0,1350
<b>29</b>	0,0796	12,5694	0,0001	0,0000	0,0021	0,0000	0,3494	0,3701	0,3009	0,1350
<b>30</b>	0,0787	12,7125	0,0009	0,0004	0,0030	0,0000	0,3503	0,3705	0,3038	0,1350
<b>31</b>	0,0781	12,8038	0,0008	0,0023	0,0385	0,0000	0,3511	0,3727	0,3423	0,1351
<b>32</b>	0,0771	12,9719	0,0002	0,0006	0,0020	0,0000	0,3513	0,3734	0,3443	0,1351
<b>33</b>	0,0764	13,0945	0,0000	0,0003	0,0167	0,0000	0,3514	0,3736	0,3610	0,1351
<b>34</b>	0,0762	13,1232	0,0000	0,0002	0,0030	0,0000	0,3514	0,3738	0,3640	0,1351
<b>35</b>	0,0756	13,2284	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,3514	0,3738	0,3648	0,1351
<b>36</b>	0,0753	13,2869	0,0001	0,0011	0,0001	0,0000	0,3515	0,3749	0,3649	0,1351
<u>37</u>	0,0741	13,4895	0,0374	<b>0,0754</b>	0,0056	0,0022	0,3888	0,4503	0,3706	0,1373
<b>38</b>	0,0730	13,7043	0,0011	0,0020	0,0033	0,0000	0,3899	0,4523	0,3739	0,1374
<u>39</u>	0,0724	13,8055	<b>0,0563</b>	0,0083	0,0002	0,0001	0,4462	0,4606	0,3741	0,1375
<b>40</b>	0,0722	13,8483	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,4462	0,4606	0,3751	0,1375
<b>41</b>	0,0716	13,9620	0,0010	0,0000	0,0167	0,0001	0,4472	0,4606	0,3919	0,1376
<b>42</b>	0,0714	14,0011	0,0016	0,0031	0,0339	0,0000	0,4488	0,4638	0,4257	0,1376
<b>43</b>	0,0704	14,2062	0,0258	0,0366	0,0010	0,0001	0,4746	0,5003	0,4267	0,1377

Tabela A35 - Factores de participação modal (parte 2).

Modo	Período [s]	Frequência [Hz]	U <sub>x</sub>	U <sub>y</sub>	U <sub>z</sub>	R <sub>z</sub>	Somatório U <sub>x</sub>	Somatório U <sub>y</sub>	Somatório U <sub>z</sub>	Somatório R <sub>z</sub>
44	0,0700	14,2792	0,0182	0,0199	0,0000	0,0000	0,4928	0,5202	0,4268	0,1377
45	0,0697	14,3427	0,0003	0,0248	0,0001	0,0000	0,4932	0,5450	0,4268	0,1377
46	0,0694	14,4175	0,0011	0,0053	0,0014	0,0000	0,4942	0,5503	0,4282	0,1378
47	0,0691	14,4741	0,0026	0,0008	0,0001	0,0000	0,4968	0,5511	0,4283	0,1378
48	0,0683	14,6355	0,0054	0,0218	0,0023	0,0000	0,5022	0,5729	0,4306	0,1378
49	0,0681	14,6834	0,0043	0,0050	0,0063	0,0005	0,5065	0,5779	0,4369	0,1382
50	0,0677	14,7793	0,0014	0,0000	0,0039	0,0000	0,5078	0,5779	0,4407	0,1382
51	0,0675	14,8098	0,0036	0,0042	0,0011	0,0000	0,5114	0,5821	0,4418	0,1383
52	0,0672	14,8845	0,0001	0,0049	0,0009	0,0002	0,5115	0,5870	0,4427	0,1384
53	0,0668	14,9685	0,0298	0,0009	0,0102	0,0001	0,5413	0,5879	0,4529	0,1385
54	0,0667	14,9898	0,0316	0,0012	0,0054	0,0001	0,5729	0,5891	0,4583	0,1386
55	0,0664	15,0587	0,0321	0,0028	0,0002	0,0002	0,6050	0,5919	0,4584	0,1388
56	0,0663	15,0723	0,0214	0,0000	0,0013	0,0000	0,6263	0,5919	0,4597	0,1388
57	0,0653	15,3184	0,0121	0,0005	0,0035	0,0000	0,6384	0,5924	0,4631	0,1388
58	0,0650	15,3737	0,0010	0,0000	0,0101	0,0000	0,6394	0,5924	0,4732	0,1388
59	0,0644	15,5200	0,0014	0,0001	0,0063	0,0000	0,6408	0,5925	0,4795	0,1388
60	0,0641	15,6055	0,0079	0,0048	0,0000	0,0004	0,6487	0,5973	0,4795	0,1392
61	0,0639	15,6477	0,0049	0,0010	0,0004	0,0001	0,6536	0,5983	0,4799	0,1392
62	0,0636	15,7124	0,0128	0,0115	0,0085	0,0004	0,6664	0,6098	0,4884	0,1396
63	0,0628	15,9248	0,0009	0,0007	0,0001	0,0000	0,6673	0,6105	0,4884	0,1397
64	0,0625	15,9990	0,0000	0,0002	0,0083	0,0000	0,6673	0,6107	0,4967	0,1397
65	0,0623	16,0591	0,0001	0,0012	0,0006	0,0002	0,6674	0,6120	0,4973	0,1399
66	0,0620	16,1345	0,0009	0,0035	0,0001	0,0001	0,6683	0,6155	0,4973	0,1400
67	0,0619	16,1593	0,0045	0,0404	0,0032	0,0002	0,6728	0,6559	0,5005	0,1402
68	0,0615	16,2586	0,0010	0,0000	0,0028	0,0000	0,6738	0,6559	0,5033	0,1402
69	0,0613	16,3223	0,0123	0,0005	0,0000	0,0000	0,6861	0,6563	0,5033	0,1402
70	0,0610	16,4061	0,0151	0,0042	0,0007	0,0002	0,7011	0,6605	0,5040	0,1404
71	0,0604	16,5659	0,0006	0,0015	0,0014	0,0000	0,7017	0,6620	0,5055	0,1404
72	0,0600	16,6678	0,0151	0,0000	0,0077	0,0001	0,7168	0,6620	0,5131	0,1405
<u>73</u>	0,0598	16,7154	<b>0,0865</b>	0,0287	0,0000	0,0004	0,8033	0,6908	0,5131	0,1409
74	0,0595	16,8169	0,0232	0,0158	0,0007	0,0001	0,8265	0,7065	0,5138	0,1410
75	0,0592	16,8996	0,0005	0,0023	0,0000	0,0000	0,8270	0,7088	0,5138	0,1410
76	0,0591	16,9276	0,0134	0,0084	0,0012	0,0000	0,8404	0,7172	0,5150	0,1411
<u>77</u>	0,0591	16,9239	0,0177	<b>0,0503</b>	0,0008	0,0001	0,8581	0,7676	0,5157	0,1411
<u>78</u>	0,0588	17,0198	0,0158	<b>0,0698</b>	0,0001	0,0001	0,8739	0,8374	0,5158	0,1412
79	0,0584	17,1286	0,0014	0,0030	0,0075	0,0000	0,8753	0,8404	0,5233	0,1412
80	0,0582	17,1677	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,8753	0,8405	0,5235	0,1412

## **Anexo 5 – Recobrimento das Armaduras Ordinárias**

**Tabela A36 - Recobrimento mínimo das armaduras ordinárias.**

<b>Elementos Estruturais</b>	<b>Classe de Exposição</b>	<b>Classe Estrutural</b>	<b>Diâmetros de varões [mm]</b>	<b><math>c_{min,b}</math> [mm]</b>	<b><math>c_{min,dur}</math> [mm]</b>	<b><math>c_{min}</math> [mm]</b>
Pilares, Vigas, Lajes e Paredes	XS1	S4	8	8	35	35
			10	10		
			12	12		
			16	16		
			20	20		
			25	25		
Fundações, Vigas de Fundação e Muros de Contenção	XC2	S4	8	8	25	25
			10	10		
			12	12		
			16	16		
			20	20		
			25	25		

**Tabela A37 - Recobrimento adoptado para as armaduras ordinárias.**

<b>Elementos Estruturais</b>	<b>Classe de Exposição</b>	<b><math>c_{min}</math> [mm]</b>	<b><math>\Delta c_{dev}</math> [mm]</b>	<b><math>c_{nom,min}</math> [mm]</b>	<b><math>c_{nom}</math> [mm]</b>
Pilares, Paredes, Vigas e Lajes	XS1	35	10	45	45
Muros de Contenção	XC2	25	10	35	35
Fundações e vigas de fundação	XC2	25	10	35	50



## **Anexo 6 – Espaços máximos dos estribos das vigas**

**Tabela A38 - Espaçamento máximo dos estribos das vigas na zona crítica do piso 1 (parte 1).**

<b>Viga</b>	<b><math>h_w</math> [m]</b>	<b><math>d_{bw}</math> [mm]</b>	<b><math>d_{bl}</math> [mm]</b>	<b><math>s_{max}</math> [mm]</b>	<b>Zona Crítica [m]</b>
V1.1	0,20	8	12	50	0,20
V2.1	0,95	8	16	128	0,95
V3.1	1,50	10	20	160	1,50
V4.1	1,50	10	20	160	1,50
V5.1	1,50	10	20	160	1,50
V6.1	0,50	8	12	96	0,50
V7.1	0,20	8	12	50	0,20
V8.1	0,50	8	12	96	0,50
V9.1	0,50	8	12	96	0,50
V10.1	0,20	8	12	50	0,20
V11.1	0,50	8	12	96	0,50
V12.1	0,50	8	12	96	0,50
V13.1	0,50	8	12	96	0,50
V14.1	0,50	8	12	96	0,50
V15.1	0,50	8	12	96	0,50
V16.1	0,50	8	12	96	0,50
V17.1	0,50	8	12	96	0,50
V18.1	0,20	8	16	50	0,20
V19.1	0,50	8	12	96	0,50
V20.1	0,50	8	12	96	0,50
V21.1	0,50	8	16	125	0,50
V22.1	0,50	8	16	125	0,50
V23.1	0,50	8	16	125	0,50
V24.1	0,50	8	16	125	0,50
V25.1	0,50	10	16	125	0,50
V26.1	0,50	8	16	125	0,50
V27.1	0,50	10	16	125	0,50
V28.1	0,30	10	20	75	0,30
V29.1	0,20	8	12	50	0,20
V30.1	0,30	8	12	75	0,30
V31.1V	0,30	8	12	75	0,30
V31.1H	0,30	8	12	75	0,30
V32.1	0,50	8	12	96	0,50
V33.1	0,50	8	12	96	0,50
V34.1	0,50	8	12	96	0,50
V35.1	0,50	8	12	96	0,50
V36.1	1,50	10	20	160	1,50
V37.1	0,30	8	12	75	0,30

**Tabela A39 - Espaçamento máximo dos estribos das vigas na zona crítica do piso 1 (parte 2).**

Viga	$h_w$ [m]	$d_{bw}$ [mm]	$d_{bl}$ [mm]	$s_{max}$ [mm]	Zona Crítica [m]
V38.1	0,50	8	12	96	0,50
V39.1	0,50	8	12	96	0,50
V40.1	1,50	10	20	128	1,50
V41.1	0,50	8	12	96	0,50
V42.1	0,50	8	16	125	0,50
V43.1	0,50	8	16	125	0,50
V44.1	0,30	8	12	75	0,30
V45.1	0,50	8	12	96	0,50
V46.1	0,50	8	12	96	0,50
V47.1	0,30	8	12	75	0,30
V48.1	0,30	8	12	75	0,30
V49.1	0,50	8	12	96	0,50
V50.1	0,50	8	12	96	0,50
V51.1	0,50	8	12	96	0,50
V52.1	0,50	8	16	125	0,50
V53.1	0,20	8	12	50	0,20

**Tabela A40 - Espaçamento máximo dos estribos das vigas na zona crítica do piso 2 (parte 1).**

Viga	$h_w$ [m]	$d_{bw}$ [mm]	$d_{bl}$ [mm]	$s_{max}$ [mm]	Zona Crítica [m]
V1.2	0,50	8	12	96	0,50
V2.2	0,50	8	12	96	0,50
V3.2	0,50	8	12	96	0,50
V4.2	0,50	8	12	96	0,50
V5.2	0,50	8	12	96	0,50
V6.2	0,50	8	12	96	0,50
V7.2	0,50	8	12	96	0,50
V8.2	0,50	8	12	96	0,50
V9.2	0,50	8	12	96	0,50
V10.2	0,50	8	12	96	0,50
V11.2	0,50	8	12	96	0,50
V12.2	0,50	8	12	96	0,50
V13.2	0,50	8	12	96	0,50
V14.2	0,50	8	12	96	0,50
V15.2	0,50	8	16	125	0,50
V16.2	0,50	8	16	125	0,50
V17.2	0,50	8	12	96	0,50
V18.2	0,50	8	12	96	0,50
V19.2	0,50	8	12	96	0,50



**Tabela A41 - Espaçamento máximo dos estribos das vigas na zona crítica do piso 2 (parte 2).**

<b>Viga</b>	<b><math>h_w</math> [m]</b>	<b><math>d_{bw}</math> [mm]</b>	<b><math>d_{bl}</math> [mm]</b>	<b><math>s_{max}</math> [mm]</b>	<b>Zona Crítica [m]</b>
V20.2	0,50	8	12	96	0,50
V21.2	0,50	8	12	96	0,50
V22.2	1,38	8	20	160	1,38
V23.2	0,50	8	12	96	0,50
V24.2	0,50	8	12	96	0,50
V25.2	1,50	10	20	160	1,50
V26.2	0,50	8	12	96	0,50
V27.2	0,50	8	12	96	0,50
V28.2	0,50	8	12	96	0,50
V29.2	1,00	8	20	160	1,00
V30.2	0,50	8	12	96	0,50
V31.2	1,00	8	20	160	1,00
V32.2	0,50	8	12	96	0,50
V33.2	0,50	8	12	96	0,50
V34.2	0,50	8	12	96	0,50
V35.2	0,50	8	12	96	0,50
V36.2	0,50	8	12	96	0,50
V37.2	0,50	8	12	96	0,50

**Tabela A42 - Espaçamento máximo dos estribos das vigas na zona crítica da cobertura.**

<b>Viga</b>	<b><math>h_w</math> [m]</b>	<b><math>d_{bw}</math> [mm]</b>	<b><math>d_{bl}</math> [mm]</b>	<b><math>s_{max}</math> [mm]</b>	<b>Zona Crítica [m]</b>
V1.3	0,50	8	10	80	0,50
V2.3	0,50	8	10	80	0,50
V3.3	0,50	8	10	80	0,50
V4.3	0,50	8	10	80	0,50
V5.3	0,50	8	12	96	0,50
V6.3	0,50	8	12	96	0,50
V7.3	0,50	8	12	96	0,50
V8.3	1,10	10	25	200	1,10
V9.3	1,10	10	25	200	1,10
V10.3	0,50	8	12	96	0,50
V11.3 H	0,50	8	12	96	0,50
V11.3 V	0,50	8	12	96	0,50
V12.3	0,50	8	12	96	0,50
V13.3	0,50	8	12	96	0,50
V14.3	0,50	8	12	96	0,50
V15.3	0,50	8	12	96	0,50
V16.3	0,50	8	12	96	0,50
V17.3	1,50	10	20	160	1,50
V18.3	0,50	8	12	96	0,50
V19.3	1,00	8	20	160	1,00
V20.3	0,50	8	12	96	0,50

## Anexo 7 – Armaduras – Vigas

### Armadura Longitudinal

Tabela A43 - Armadura longitudinal das vigas de fundação.

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
VF 11	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	4,218	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
VF Geral	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

Tabela A44 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 1).

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adoptados			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V1.-2	1,402	Superior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V2.-2	1,402	Superior	2,549	Asmin	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V3.-2	1,753	Superior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V4. -2	2,454	Superior	4,461	Asmin	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V5. -2	2,454	Superior	4,461	Asmin	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V6. -2	2,454	Superior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V7. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,961	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524

Tabela A45 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 2).

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adoptados			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V8.-2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V9. -2	1,753	Superior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V10. -2	1,753	Superior	2,549	Asmin	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V11. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V12. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V13. -2	2,104	Superior	3,848	Asmin	4,524	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	4,021	4,021	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V14. -2	2,104	Superior	4,044	Asmin	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16	5,152	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V15. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V16. -2	1,683	Superior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	Asmin	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V17. -2	1,683	Superior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V18. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V19.-2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V20.-2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524

Tabela A46 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 3).

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adotados			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V21. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	4,021	4,021	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V22. -2	2,104	Superior	4,961	Asmin	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16	5,152	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V23. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V24. -2	2,805	Superior	5,098	Asmin	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V25. -2	2,805	Superior	5,098	Asmin	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V26. -2	2,805	Superior	5,098	Asmin	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V27. -2	2,805	Superior	5,098	Asmin	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V28. -2	2,454	Superior	4,461	4,461	4,461	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	4,461	Asmin	4,461	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V29. -2	2,454	Superior	4,461	Asmin	4,461	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	4,461	4,461	4,461	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V30. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	8,042	4,021	5,152
		Inferior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	4,021	4,021	5,152
V31. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	4 Ø 16	4,021	4,021	8,042
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V32. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V33. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V34. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16	5,152	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

Tabela A47 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 4).

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adotados			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V35. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V36. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V37. -2	1,753	Superior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V38.-2V	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V38.-2H	2,104	Superior	3,823	-	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12	4,524	-	4,524
		Inferior	3,823		3,823	4 Ø 12		4 Ø 12	4,524	-	4,524
V39. -2	2,104	Superior	4,122	Asmin	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16	5,152	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V40. -2	2,104	Superior	4,594	Asmin	4,05	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	4,021	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V41. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V42. -2	2,104	Superior	4,412	Asmin	3,823	3 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	6,032	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V43. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V44. -2	2,104	Superior	4,045	Asmin	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16	5,152	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V45. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V46. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	4,021	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V47. -2	1,753	Superior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

Tabela A48 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 5).

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adotados			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V48. -2	1,683	Superior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	4,021	4,021	5,152
		Inferior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V49. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V50. -2	1,578	Superior	2,868	Asmin	5,435	2 Ø 16	2 Ø 16	3 Ø 16	4,021	4,021	6,032
		Inferior	2,868	2,868	2,868	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V51. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	4,021	4,021	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V52. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V53. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V54. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V55. -2	1,683	Superior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V56. -2	1,683	Superior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V57. -2	1,753	Superior	3,186	Asmin	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V58. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V59. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V60. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

**Tabela A49 - Armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 6).**

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adotados			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V61. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V62. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V63. -2	2,104	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V64. -2	1,753	Superior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V65. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,974	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V66. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V67. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V68. -2	2,104	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V69. -2	2,104	Superior	5,126	3,823	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16	5,152	4,021	4,021
		Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V70.-2	2,104	Superior	5,232	3,823	5,560	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	6,283	6,283	6,283
		Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021



**Tabela A50 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 1).**

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adotados			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V1.-1	1,372	Superior	2,549	2,549	Asmin	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V2. -1	1,372	Superior	2,549	Asmin	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V3. -1	1,715	Superior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V4. -1	2,401	Superior	4,461	Asmin	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V5. -1	2,401	Superior	4,461	Asmin	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V6. -1	2,401	Superior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V7. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	4,09	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V8. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V9. -1	1,715	Superior	3,186	3,186	Asmin	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V10. -1	1,715	Superior	3,186	Asmin	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V11. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V12. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V13. -1	2,058	Superior	3,882	Asmin	5,121	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	4,021	4,021	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

Tabela A51 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 2).

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adoptados			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V14. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16	5,152	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V15. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V16. -1	1,647	Superior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V17. -1	1,647	Superior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V18. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V19. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V20. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V21. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	3 Ø 16	4,021	4,021	6,032
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V22. -1	2,058	Superior	5,561	Asmin	3,823	3 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	6,032	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V23. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V24. -1	2,745	Superior	5,098	Asmin	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V25. -1	2,745	Superior	5,098	Asmin	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V26.-1	2,745	Superior	5,098	Asmin	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152

Tabela A52 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 3).

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adotados						A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início		Meio		Fim		Início	Meio	Fim
V27. -1	2,745	Superior	5,098	Asmin	5,098	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V28. -1	2,401	Superior	4,461	4,461	4,461	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	4,461	Asmin	4,461	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V29. -1	2,401	Superior	4,461	Asmin	4,461	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	4,461	4,461	4,461	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16	1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V30. -1	2,058	Superior	6,687	3,823	3,823	4 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16	1 Ø 12	8,042	4,021	5,152
		Inferior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16	1 Ø 12	4,021	4,021	5,152
V31. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		4 Ø 16		4,021	4,021	8,042
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021
V32. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021
V33. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021
V34. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	1 Ø 12	2 Ø 16		2 Ø 16		5,152	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021
V35. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021
V36. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021
V37. -1	1,715	Superior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12		3 Ø 12		3 Ø 12		3,393	3,393	3,393
		Inferior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12		3 Ø 12		3 Ø 12		3,393	3,393	3,393
V38. -1V	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12		4 Ø 12		4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12		4 Ø 12		4,524	4,524	4,524
V38. -1H	2,058	Superior	3,823	-	3,823	4 Ø 12				4 Ø 12		4,524	-	4,524
		Inferior	3,823		3,823	4 Ø 12				4 Ø 12		4,524	-	4,524
V39.-1	2,058	Superior	4,064	Asmin	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16		2 Ø 16		2 Ø 16		4,021	4,021	4,021

Tabela A53 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 4).

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adotados			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V40. -1	2,058	Superior	4,933	Asmin	4,182	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	4,021	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V41. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V42. -1	2,058	Superior	4,037	Asmin	3,823	3 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	6,032	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V43. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V44. -1	2,058	Superior	4,287	Asmin	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16	5,152	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V45. -1	2,058	Superior	3,87	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V46. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V47. -1	1,715	Superior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V48. -1	1,647	Superior	2,817	2,549	2,604	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	4,021	4,021	5,152
		Inferior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V49. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V50. -1	1,544	Superior	2,868	Asmin	5,913	2 Ø 16	2 Ø 16	3 Ø 16	4,021	4,021	6,032
		Inferior	2,868	2,868	2,868	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V51. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	4,021	4,021	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V52. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V53. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

Tabela A54 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 5).

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adotados			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V54. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V55. -1	1,647	Superior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V56. -1	1,647	Superior	Asmin	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V57. -1	1,715	Superior	3,186	Asmin	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V58. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V59. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V60. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16	5,152	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V61. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V62. -1	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V63. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V64. -1	1,715	Superior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,186	Asmin	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V65. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,955	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V66.-1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

**Tabela A55 - Armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 6).**

Viga	A <sub>s,min</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões adotados			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V67. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V68. -1	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V69. -1	2,058	Superior	5,022	3,823	4,122	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	4,021	5,152
		Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V70.-1	2,058	Superior	4,674	3,823	5,129	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

**Tabela A56 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 1).**

Viga	As,min [cm2]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V1.0	1,372	Superior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V2.0	1,372	Superior	2,549	Asmin	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V3.0	1,715	Superior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V4.0	2,401	Superior	4,461	Asmin	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V5.0	2,401	Superior	4,461	Asmin	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V6.0	2,401	Superior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V7.0	2,058	Superior	3,823	Asmin	4,072	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524

Tabela A57 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 2).

Viga	As,min [cm²]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm²]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm²]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V8.0	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V9.0	1,715	Superior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V10.0	1,715	Superior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V11.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V12.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	4,021	4,021	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V13.0	2,058	Superior	4,239	Asmin	4,434	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V14.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16	5,152	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V15.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V16.0	1,647	Superior	3,211	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V17.0	1,647	Superior	3,097	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V18.0	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V19.0	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V20.0	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V21.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	3 Ø 16	4,021	4,021	6,032
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

Tabela A58 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 3).

Viga	As,min [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V22.0	2,058	Superior	5,328	Asmin	3,823	3 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	6,032	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V23.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V24.0	2,745	Superior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V25.0	2,745	Superior	5,098	Asmin	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V26.0	2,745	Superior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V27.0	2,745	Superior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V28.0	2,401	Superior	4,461	4,461	4,461	3 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	6,032	5,152	5,152
		Inferior	4,461	Asmin	4,461	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V29.0	2,401	Superior	4,461	Asmin	4,461	3 Ø 20	3 Ø 16	3 Ø 16	9,425	6,032	6,032
		Inferior	4,461	4,461	4,461	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V30.0	2,058	Superior	8,783	4,924	3,823	3 Ø 20	3 Ø 20	3 Ø 20	9,425	9,425	9,425
		Inferior	4,221	3,823	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V31.0	2,058	Superior	3,823	3,823	5,577	2 Ø 20	2 Ø 20	3 Ø 20	6,283	6,283	9,425
		Inferior	3,823	3,823	4,475	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	3 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	7,163
V32.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V33.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V34.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V35.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021



Tabela A59 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 4).

Viga	As,min [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V36.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V37.0	1,715	Superior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	3,186	3,186	3,186	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V38.0V	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V38.0H	2,058	Superior	3,823	-	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12	4,524	-	4,524
		Inferior	3,823		3,823	4 Ø 12		4 Ø 12	4,524	-	4,524
V39.0	2,058	Superior	4,381	3,823	3,951	3 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	6,032	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V40.0	2,058	Superior	6,418	Asmin	4,092	4 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	8,042	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V41.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V42.0	2,058	Superior	7,011	3,823	3,823	2 Ø 20 1 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	8,294	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V43.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V44.0	2,058	Superior	6,932	3,823	3,823	4 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	8,042	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V45.0	2,058	Superior	4,025	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V46.0	2,058	Superior	3,823	3,823	4,725	2 Ø 16	2 Ø 16	3 Ø 16	4,021	4,021	6,032
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V47.0	1,715	Superior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V48.0	1,647	Superior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	4 Ø 16	4,021	4,021	8,042
		Inferior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

Tabela A60 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 5).

Viga	As,min [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V49.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V50.0	1,544	Superior	2,868	Asmin	4,963	2 Ø 16	2 Ø 16	3 Ø 16	4,021	4,021	6,032
		Inferior	2,868	2,868	2,868	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V51.0	2,058	Superior	3,823	3,823	7,415	2 Ø 16	2 Ø 16	4 Ø 16	4,021	4,021	8,042
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V52.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V53.0	2,058	Superior	4,019	Asmin	4,015	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V54.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V55.0	1,647	Superior	2,557	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V56.0	1,647	Superior	Asmin	2,549	3,548	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	2,549	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V57.0	1,715	Superior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V58.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V59.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V60.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 16	5,152	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V61.0	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V62.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

Tabela A61 - Armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 6).

Viga	As,min [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V63.0	2,058	Superior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V64.0	1,715	Superior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,186	3,186	3,186	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V65.0	2,058	Superior	3,823	Asmin	4,102	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V66.0	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V67.0	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V68.0	2,058	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V69.0	2,058	Superior	4,814	Asmin	4,443	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
V70.0	2,058	Superior	4,674	3,823	5,129	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021

Tabela A62 - Armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 1).

Viga	As,min [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V1.1	1,160	Superior	0,811	0,811	0,811	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2,262	2,262	2,262
		Inferior	0,811	0,811	0,811	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2,262	2,262	2,262
V2.1	8,265	Superior	7,734	Asmin	7,734	3 Ø 20	3 Ø 20	5 Ø 20	9,425	9,425	9,425
		Inferior	7,734	7,734	7,734	2 Ø 20 1 Ø 16	2 Ø 20 1 Ø 16	2 Ø 20 1 Ø 16	8,294	8,294	8,294
V3.1	15,225	Superior	14,598	Asmin	Asmin	5 Ø 20	5 Ø 20	5 Ø 20	15,708	15,708	15,708
		Inferior	14,598	14,598	14,598	5 Ø 20	5 Ø 20	5 Ø 20	15,708	15,708	15,708
V4.1	15,225	Superior	Asmin	Asmin	14,598	5 Ø 20	5 Ø 20	5 Ø 20	15,708	15,708	15,708
		Inferior	14,598	14,598	14,598	5 Ø 20	5 Ø 20	5 Ø 20	15,708	15,708	15,708
V5.1	15,225	Superior	Asmin	14,598	14,598	5 Ø 20	5 Ø 20	5 Ø 20	15,708	15,708	15,708
		Inferior	14,598	14,598	14,598	5 Ø 20	5 Ø 20	5 Ø 20	15,708	15,708	15,708
V6.1	2,900	Superior	5,695	2,549	4,260	3 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 1 Ø 12	6,032	4,021	5,152
		Inferior	2,740	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V7.1	1,160	Superior	0,811	0,995	0,811	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2,262	2,262	2,262
		Inferior	0,811	0,811	0,876	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2,262	2,262	2,262
V8.1	5,800	Superior	5,098	5,098	5,297	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	6,283	6,283	6,283
		Inferior	5,098	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V9.1	5,800	Superior	6,109	5,098	6,288	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	6,283	6,283	6,283
		Inferior	5,098	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V10.1	1,740	Superior	1,217	Asmin	2,778	2 Ø 16	2 Ø 16	3 Ø 16	4,021	4,021	6,032
		Inferior	1,217	1,217	1,335	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V11.1	4,350	Superior	5,743	3,823	3,823	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	3,823	3,823	5,001	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	5,152	5,152	5,152
V12.1	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V13.1	2,900	Superior	2,549	2,549	3,873	3 Ø 12	3 Ø 12	2 Ø 16	3,393	3,393	4,021
		Inferior	2,549	2,549	2,918	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V14.1	2,900	Superior	6,012	2,549	2,549	3 Ø 16	3 Ø 12	3 Ø 12	6,032	3,393	3,393
		Inferior	2,849	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393

Tabela A63 - Armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 2).

Viga	As,min [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V15.1	4,350	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V16.1	4,350	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V17.1	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V18.1	1,740	Superior	1,217	1,217	3,550	2 Ø 20	2 Ø 20	3 Ø 20	6,283	6,283	9,425
		Inferior	1,217	1,217	1,685	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V19.1	4,350	Superior	8,540	5,246	3,823	3 Ø 20	2 Ø 20	2 Ø 20	9,425	6,283	6,283
		Inferior	4,100	Asmin	3,823	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	4 Ø 12	6,283	6,283	4,524
V20.1	4,350	Superior	3,823	3,823	4,827	2 Ø 20	2 Ø 20	2 Ø 20	6,283	6,283	6,283
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V21.1	5,800	Superior	5,098	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	5,098	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V22.1	5,800	Superior	5,098	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	5,098	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V23.1	5,800	Superior	5,098	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	5,098	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V24.1	5,800	Superior	5,160	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	5,098	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V25.1	5,075	Superior	4,461	4,461	4,461	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	4,461	4,461	4,461	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V26.1	4,350	Superior	3,823	Asmin	3,823	2 Ø 20	3 Ø 16	3 Ø 16	6,283	6,032	6,032
		Inferior	3,823	3,823	3,823	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V27.1	4,350	Superior	21,591	13,083	3,823	2 Ø 25 4 Ø 20	2 Ø 25 4 Ø 20	2 Ø 20	22,384	22,384	6,283
		Inferior	9,642	5,043	3,823	6 Ø 16	6 Ø 16	3 Ø 16	12,064	12,064	6,032
V28.1	2,610	Superior	2,085	2,085	5,744	2 Ø 20	2 Ø 20	2 Ø 25 4 Ø 20	6,283	6,283	22,384
		Inferior	2,085	2,085	2,736	2 Ø 20	2 Ø 20	4 Ø 20	6,283	6,283	12,566

Tabela A64 - Armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 3).

Viga	As,min [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V29.1	1,160	Superior	0,811	0,811	0,811	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2,262	2,262	2,262
		Inferior	0,811	0,811	0,811	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2,262	2,262	2,262
V30.1	2,175	Superior	1,738	1,738	1,738	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2,262	2,262	2,262
		Inferior	1,738	1,738	1,738	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2,262	2,262	2,262
V31.1.1	2,610	Superior	2,085	2,085	2,085	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,085	2,085	2,085	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V31.1.2	2,610	Superior	2,085	2,085	2,085	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,085	2,085	2,085	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V32.1	4,350	Superior	5,991	3,823	6,365	2 Ø 20 2 Ø 16	4 Ø 16	4 Ø 16	10,304	8,042	8,042
		Inferior	3,823	3,823	3,823	2 Ø 16 2 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	6,283	4,524	4,524
V33.1	4,350	Superior	9,283	3,823	4,470	3 Ø 20	2 Ø 20	2 Ø 20	9,425	6,283	6,283
		Inferior	4,450	3,823	3,823	2 Ø 16 2 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	6,283	4,524	4,524
V34.1	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V35.1	4,350	Superior	5,497	Asmin	4,494	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V36.1	13,050	Superior	25,856	15,177	12,513	4 Ø 25 2 Ø 20	4 Ø 25	4 Ø 25	25,918	19,635	19,635
		Inferior	24,558	16,629	12,513	4 Ø 25 2 Ø 20	4 Ø 25	4 Ø 25	25,918	19,635	19,635
V37.1	2,610	Superior	2,085	2,085	2,085	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,085	2,085	2,085	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V38.1	2,610	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V39.1	4,350	Superior	3,823	3,823	8,651	4 Ø 16	4 Ø 16	2 Ø 20 2 Ø 16	8,042	8,042	10,304
		Inferior	3,823	3,823	5,133	4 Ø 12	4 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	4,524	4,524	6,283
V40.1	8,700	Superior	11,447	8,836	8,342	3 Ø 20 2 Ø 16	3 Ø 20	3 Ø 20	13,446	9,425	9,425
		Inferior	8,342	8,342	8,342	3 Ø 20	3 Ø 20	3 Ø 20	9,425	9,425	9,425
V41.1	3,263	Superior	3,216	2,868	5,711	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	2,868	2,868	2,868	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393

Tabela A65 - Armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 4).

Viga	As,min [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V42.1	4,350	Superior	5,992	4,668	10,704	2 Ø 25	2 Ø 25	4 Ø 25 2 Ø 20	9,817	9,817	25,918
		Inferior	6,012	3,823	6,530	3 Ø 16	3 Ø 16	6 Ø 16	6,032	6,032	12,064
V43.1	2,900	Superior	3,008	2,549	2,890	3 Ø 16	3 Ø 16	2 Ø 25	6,032	6,032	9,817
		Inferior	2,549	2,549	3,368	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V44.1	2,610	Superior	2,085	Asmin	2,085	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,085	2,085	2,085	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V45.1	4,350	Superior	4,126	3,823	4,938	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	6,283	6,283	6,283
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V46.1	2,900	Superior	2,549	2,549	5,562	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 16	3,393	3,393	6,032
		Inferior	2,549	2,549	2,766	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V47.1	2,610	Superior	2,085	2,085	2,085	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
		Inferior	2,085	2,085	2,085	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V48.1	2,610	Superior	3,761	2,085	4,281	4 Ø 12	4 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	4,524	4,524	6,283
		Inferior	2,085	2,085	2,085	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V49.1	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V50.1	4,350	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V51.1	4,350	Superior	4,187	3,823	3,823	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V52.1	4,350	Superior	5,514	3,823	4,611	2 Ø 20 1 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	8,294	6,032	6,032
		Inferior	4,868	3,823	3,823	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V53.1	1,740	Superior	1,217	1,217	1,217	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2,262	2,262	2,262
		Inferior	1,217	1,217	1,217	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2,262	2,262	2,262

Tabela A66 - Armadura longitudinal das vigas do piso 2 (parte 1).

Viga	As,min [cm²]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm²]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm²]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V1.2	5,075	Superior	7,679	4,461	4,461	3 Ø 16 2 Ø 12	5 Ø 12	5 Ø 12	8,294	5,655	5,655
		Inferior	5,995	4,461	4,461	2 Ø 16 3 Ø 12	5 Ø 12	5 Ø 12	7,414	5,655	5,655
V2.2	5,075	Superior	4,461	4,461	4,461	5 Ø 12	5 Ø 12	5 Ø 12	5,655	5,655	5,655
		Inferior	4,461	4,461	4,461	5 Ø 12	5 Ø 12	5 Ø 12	5,655	5,655	5,655
V3.2	5,075	Superior	4,461	4,461	6,013	5 Ø 12	5 Ø 12	3 Ø 16	5,655	5,655	6,032
		Inferior	4,461	4,461	5,288	5 Ø 12	5 Ø 12	5 Ø 12	5,655	5,655	5,655
V4.2	2,900	Superior	4,091	2,549	2,549	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16	4,021	4,021	4,021
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V5.2	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V6.2	5,800	Superior	5,098	5,098	6,188	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	6,283	6,283	6,283
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	6,283	6,283	6,283
V7.2	5,800	Superior	6,227	Asmin	5,098	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	6,283	6,283	6,283
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	6,283	6,283	6,283
V8.2	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V9.2	2,900	Superior	2,549	2,549	4,497	3 Ø 12	3 Ø 12	2 Ø 16 1 Ø 12	3,393	3,393	5,152
		Inferior	2,549	2,549	2,995	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V10.2	2,900	Superior	5,066	2,549	2,549	2 Ø 16 1 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	5,152	3,393	3,393
		Inferior	2,663	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V11.2	4,350	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V12.2	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V13.2	4,350	Superior	3,823	Asmin	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V14.2	4,350	Superior	3,902	3,823	5,344	4 Ø 12	4 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	4,524	4,524	6,283
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524



Tabela A67 - Armadura longitudinal das vigas do piso 2 (parte 2).

Viga	As,min [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V15.2	5,800	Superior	5,098	Asmin	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	5,098	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V16.2	5,800	Superior	5,098	Asmin	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	5,098	5,098	5,098	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
V17.2	5,075	Superior	4,461	4,461	4,461	5 Ø 12	5 Ø 12	5 Ø 12	5,655	5,655	5,655
		Inferior	4,461	4,461	4,461	5 Ø 12	5 Ø 12	5 Ø 12	5,655	5,655	5,655
V18.2	4,350	Superior	3,823	Asmin	3,860	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V19.2	4,350	Superior	7,505	3,823	8,556	4 Ø 16	4 Ø 16	2 Ø 20 2 Ø 16	8,042	8,042	10,304
		Inferior	3,823	3,823	4,116	4 Ø 12	4 Ø 12	2 Ø 16 2 Ø 12	4,524	4,524	6,283
V20.2	4,350	Superior	9,759	3,823	5,618	3 Ø 25	2 Ø 20	2 Ø 20	14,726	6,283	6,283
		Inferior	4,667	3,823	3,823	4 Ø 16	4 Ø 12	4 Ø 12	8,042	4,524	4,524
V21.2	4,350	Superior	6,445	Asmin	3,855	3 Ø 16 2 Ø 12	3 Ø 16	3 Ø 16	8,294	6,032	6,032
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V22.2	12,006	Superior	15,490	11,470	11,470	2 Ø 25 2 Ø 20	4 Ø 20	4 Ø 20	16,101	12,566	12,566
		Inferior	14,570	11,470	11,470	2 Ø 25 2 Ø 20	4 Ø 20	4 Ø 20	16,101	12,566	12,566
V23.2	4,350	Superior	4,169	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V24.2	4,350	Superior	3,896	3,823	5,247	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 16	4,524	4,524	8,042
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V25.2	8,700	Superior	11,341	8,806	8,342	2 Ø 25 1 Ø 20	2 Ø 25	2 Ø 25	12,959	9,817	9,817
		Inferior	8,342	8,342	8,342	3 Ø 20	3 Ø 20	3 Ø 20	9,425	9,425	9,425
V26.2	4,350	Superior	3,823	3,823	7,778	3 Ø 16	3 Ø 16	2 Ø 25 2 Ø 20	6,032	6,032	16,101
		Inferior	4,105	3,823	4,332	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 16 2 Ø 12	4,524	4,524	10,304
V27.2	3,263	Superior	3,418	2,868	6,077	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 16	3,393	3,393	6,032
		Inferior	2,868	2,868	2,930	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V28.2	2,900	Superior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 16	3,393	3,393	6,032
		Inferior	2,549	2,549	2,549	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393

Tabela A68 - Armadura longitudinal das vigas do piso 2 (parte 3).

Viga	As,min [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V29.2	8,700	Superior	8,168	8,168	8,168	3 Ø 20	3 Ø 20	3 Ø 20	9,425	9,425	9,425
		Inferior	8,168	8,168	8,168	3 Ø 20	3 Ø 20	3 Ø 20	9,425	9,425	9,425
V30.2	2,900	Superior	2,549	2,647	6,612	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 16 2 Ø 12	4,021	4,021	6,283
		Inferior	2,947	2,549	3,101	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393
V31.2	8,700	Superior	8,168	Asmin	8,168	3 Ø 20	3 Ø 20	3 Ø 20	9,425	9,425	9,425
		Inferior	8,168	8,168	8,168	3 Ø 20	3 Ø 20	3 Ø 20	9,425	9,425	9,425
V32.2	4,350	Superior	3,823	3,823	4,570	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V33.2	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V34.2	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V35.2	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V36.2	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V37.2	4,350	Superior	3,823	3,823	5,520	3 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	6,032	6,032	6,032
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524

Tabela A69 - Armadura longitudinal das vigas da cobertura (parte 1).

Viga	As,min [cm²]	Armadura	As,SAP2000 [cm²]			Varões Armadura Longitudinal						A <sub>varões</sub> [cm²]		
			Início	Meio	Fim	Início		Meio		Fim		Início	Meio	Fim
V1.3	5,075	Superior	5,026	4,461	4,461	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	5,309	5,309	5,309
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	5,309	5,309	5,309
V2.3	5,075	Superior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	5,309	5,309	5,309
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	5,309	5,309	5,309
V3.3	5,075	Superior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	5,309	5,309	5,309
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	5,309	5,309	5,309
V4.3	4,350	Superior	4,461	As,min	4,461	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	5,309	5,309	5,309
		Inferior	4,461	4,461	4,461	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	4 Ø 12	1 Ø 10	5,309	5,309	5,309
V5.3	5,800	Superior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16	2 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 12	6,283	6,283	6,283
		Inferior	5,098	5,098	5,098	2 Ø 16	2 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 12	2 Ø 16	2 Ø 12	6,283	6,283	6,283
V6.3	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12		4 Ø 12		4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12		4 Ø 12		4,524	4,524	4,524
V7.3	2,900	Superior	2,549	2,549	5,768	3 Ø 12		3 Ø 12		3 Ø 16		3,393	3,393	6,032
		Inferior	2,549	2,549	3,855	3 Ø 12		3 Ø 12		5 Ø 12		3,393	3,393	5,655
V8.3	6,380	Superior	14,037	7,103	6,025	3 Ø 25		2 Ø 25		2 Ø 25		14,726	9,817	9,817
		Inferior	7,251	6,025	6,025	2 Ø 25		2 Ø 25		2 Ø 25		9,817	9,817	9,817
V9.3	9,570	Superior	9,037	9,037	9,037	2 Ø 25		2 Ø 25		2 Ø 25		9,817	9,817	9,817
		Inferior	9,037	9,037	9,037	2 Ø 25		2 Ø 25		2 Ø 25		9,817	9,817	9,817
V10.3	4,350	Superior	3,823	3,823	4,009	4 Ø 12		4 Ø 12		4 Ø 12		4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12		4 Ø 12		4,524	4,524	4,524
V11.3.1	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12		4 Ø 12		4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12		4 Ø 12		4,524	4,524	4,524
V11.3.2	4,350	Superior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12		4 Ø 12		4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12		4 Ø 12		4,524	4,524	4,524
V12.3	4,350	Superior	5,754	Asmin	5,262	3 Ø 16		3 Ø 16		3 Ø 16		6,032	6,032	6,032
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12		4 Ø 12		4 Ø 12		4,524	4,524	4,524
V13.3	4,350	Superior	11,255	3,823	3,823	3 Ø 25		2 Ø 20		2 Ø 20		14,726	6,283	6,283
		Inferior	5,341	3,823	3,823	4 Ø 16		2 Ø 16    1 Ø 12		2 Ø 16    1 Ø 12		8,042	5,152	5,152

Tabela A70 - Armadura longitudinal das vigas da cobertura (parte 2).

Viga	As,min [cm <sup>2</sup> ]	Armadura	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]			Varões Armadura Longitudinal			A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]		
			Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim	Início	Meio	Fim
V14.3	4,350	Superior	7,589	Asmin	4,510	2 Ø 20   1 Ø 16	3 Ø 16	3 Ø 16	8,294	6,032	6,032
		Inferior	3,823	4,322	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V15.3	4,350	Superior	3,846	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V16.3	4,350	Superior	3,823	3,823	4,226	4 Ø 12	4 Ø 12	3 Ø 16	4,524	4,524	6,032
		Inferior	3,823	3,823	3,823	4 Ø 12	4 Ø 12	4 Ø 12	4,524	4,524	4,524
V17.3	8,700	Superior	11,000	8,905	8,342	2 Ø 25   1 Ø 20	2 Ø 25	2 Ø 25	12,959	9,817	9,817
		Inferior	8,342	8,342	8,342	3 Ø 20	3 Ø 20	3 Ø 20	9,425	9,425	9,425
V18.3	3,263	Superior	2,868	2,868	6,894	2 Ø 16	2 Ø 16	2 Ø 20   1 Ø 16	4,021	4,021	8,294
		Inferior	2,868	2,868	3,306	3 Ø 12	3 Ø 12	5 Ø 12	3,393	3,393	5,655
V19.3	8,700	Superior	8,168	8,168	8,168	3 Ø 20	3 Ø 20	3 Ø 20	9,425	9,425	9,425
		Inferior	8,168	8,168	8,168	3 Ø 20	3 Ø 20	3 Ø 20	9,425	9,425	9,425
V20.3	2,900	Superior	2,549	2,549	6,017	2 Ø 16	2 Ø 16	3 Ø 16	4,021	4,021	6,032
		Inferior	2,549	2,549	2,888	3 Ø 12	3 Ø 12	3 Ø 12	3,393	3,393	3,393

### Armadura Transversal

Tabela A71 - Armadura transversal das vigas de fundação.

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
Geral	341	341	2,63	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
VF 11	341	341	4,05	3,92	4,12	2	8 // 0,20	2	8 // 0,20	2	8 // 0,20	5,03	5,03	5,03

Tabela A72 - Armadura transversal das vigas do piso -2 (parte 1).

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	As,SAP2000 [cm²/m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Avarões [cm²/m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V1.-2	349	349	3,13	2,95	3,05	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V2. -2	349	349	2,83	3,01	3,40	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V3. -2	349	349	3,77	3,62	3,23	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V4. -2	349	349	4,82	3,77	4,84	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V5. -2	349	349	5,11	4,03	5,60	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,150	5,74	5,74	6,70
V6. -2	349	349	4,70	3,95	5,05	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V7. -2	349	349	4,49	2,63	4,85	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V8. -2	349	349	4,28	2,63	2,63	2	8 // 0,200	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	5,03	4,02	4,02
V9. -2	349	349	3,73	3,61	3,60	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V10. -2	349	349	3,31	3,16	4,31	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,225	4,02	4,02	4,47
V11. -2	349	349	2,63	2,63	6,34	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	4,02	4,02	6,70
V12. -2	349	349	2,63	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V13. -2	349	349	4,06	2,63	4,58	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V14. -2	349	349	3,68	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V15. -2	349	349	2,63	2,63	4,00	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02

Tabela A73 - Armadura transversal das vigas do piso -2 (parte 2).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V16. -2	349	349	4,37	4,31	4,06	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V17. -2	349	349	2,20	2,30	2,26	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V18. -2	349	349	4,09	4,32	4,47	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V19. -2	349	349	4,75	3,62	5,22	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V20. -2	349	349	5,04	3,55	3,99	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V21. -2	349	349	2,63	2,63	3,82	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V22. -2	349	349	5,15	2,63	4,68	2	8 // 0,175	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,74	5,03	5,03
V23. -2	349	349	2,63	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V24. -2	349	349	5,45	4,48	5,48	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V25. -2	349	349	6,15	4,55	5,57	2	8 // 0,150	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	6,70	5,74	5,74
V26. -2	349	349	5,50	5,78	5,99	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	6,70	6,70	6,70
V27. -2	349	349	5,61	3,51	4,99	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V28. -2	349	349	8,51	8,50	8,66	2	10 // 0,150	2	10 // 0,150	2	10 // 0,150	10,47	10,47	10,47
V29. -2	349	349	7,18	3,07	4,95	2	8 // 0,125	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	8,04	5,74	5,74
V30.-2	349	349	12,71	12,72	9,78	2	8 // 0,075	2	8 // 0,075	2	8 // 0,075	13,40	13,40	13,40

Tabela A74 - Armadura transversal das vigas do piso -2 (parte 3).

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	As,SAP2000 [cm²/m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Avarões [cm²/m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V31. -2	349	349	3,38	3,57	5,61	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,175	4,02	4,02	5,74
V32. -2	349	349	3,26	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V33. -2	349	349	3,90	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V34. -2	349	349	3,89	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V35. -2	349	349	3,50	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V36. -2	349	349	3,64	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V37. -2	349	349	3,50	3,49	3,65	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V38.-2 V	349	349	4,00	4,54	4,69	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V38.-2 H	349	349	18,38	-	18,27	4	8 // 0,100	-	-	4	8 // 0,100	20,11	-	20,11
V39. -2	349	349	8,47	2,63	4,93	2	8 // 0,100	2	8 // 0,250	2	8 // 0,200	10,05	4,02	5,03
V40. -2	349	349	8,55	2,63	5,71	2	8 // 0,100	2	8 // 0,250	2	8 // 0,175	10,05	4,02	5,74
V41. -2	349	349	7,69	7,62	7,11	2	8 // 0,125	2	8 // 0,125	2	8 // 0,125	8,04	8,04	8,04
V42. -2	349	349	4,84	2,63	5,32	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,175	5,03	5,03	5,74
V43. -2	349	349	7,96	7,82	7,26	2	8 // 0,100	2	8 // 0,100	2	8 // 0,100	10,05	10,05	10,05

Tabela A75 - Armadura transversal das vigas do piso -2 (parte 4).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V44. -2	349	349	4,67	2,63	5,55	2	8 // 0,200	2	8 // 0,250	2	8 // 0,175	5,03	4,02	5,74
V45. -2	349	349	3,63	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V46. -2	349	349	4,12	2,63	4,34	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V47. -2	349	349	2,19	2,19	2,19	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V48. -2	349	349	4,76	5,18	5,40	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V49. -2	349	349	3,87	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V50. -2	349	349	2,78	1,97	5,84	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	4,02	4,02	6,70
V51. -2	349	349	3,38	3,22	3,55	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V52. -2	349	349	3,70	2,63	3,60	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V53. -2	349	349	3,86	2,63	3,43	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V54. -2	349	349	2,63	2,63	3,59	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V55. -2	349	349	4,15	4,09	4,05	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V56. -2	349	349	3,02	3,36	3,54	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V57. -2	349	349	3,61	2,73	4,41	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V58. -2	349	349	4,78	3,49	4,19	2	8 // 0,200	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	5,03	4,47	4,47



Tabela A76 - Armadura transversal das vigas do piso -2 (parte 5).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V59. -2	349	349	4,53	2,63	2,63	2	8 // 0,200	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	5,03	4,02	4,02
V60. -2	349	349	3,85	2,63	3,27	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V61. -2	349	349	5,37	2,63	3,35	2	8 // 0,175	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	5,74	4,02	4,02
V62. -2	349	349	13,02	13,11	12,94	2	8 // 0,075	2	8 // 0,075	2	8 // 0,075	13,40	13,40	13,40
V63. -2	349	349	4,69	3,52	3,97	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V64. -2	349	349	4,50	3,53	4,08	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V65. -2	349	349	2,63	2,63	5,91	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	4,02	4,02	6,70
V66. -2	349	349	2,63	2,63	4,87	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,200	4,02	4,02	5,03
V67. -2	349	349	2,63	2,63	4,53	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,200	4,02	4,02	5,03
V68. -2	349	349	2,63	2,63	4,40	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,225	4,02	4,02	4,47
V69. -2	349	349	3,90	2,63	4,04	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V70.-2	349	349	6,63	2,63	6,81	2	8 // 0,150	2	8 // 0,250	2	8 // 0,125	6,70	4,02	8,04

Tabela A77 - Armadura transversal das vigas do piso -1 (parte 1).

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	As,SAP2000 [cm²/m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Avarões [cm²/m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V1.-1	341	341	3,25	3,12	2,68	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V2. -1	341	341	2,64	3,10	3,50	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V3. -1	341	341	4,09	3,96	2,89	2	8 // 0,225	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,47	4,02	4,02
V4. -1	341	341	4,85	3,78	4,74	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V5. -1	341	341	5,00	3,98	5,61	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V6. -1	341	341	4,62	3,95	5,05	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V7. -1	341	341	4,63	2,63	4,99	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V8. -1	341	341	4,46	2,63	2,63	2	8 // 0,200	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	5,03	4,02	4,02
V9. -1	341	341	3,94	3,90	3,47	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V10. -1	341	341	3,13	3,08	4,21	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,225	4,02	4,02	4,47
V11. -1	341	341	3,24	2,63	6,36	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	4,02	4,02	6,70
V12. -1	341	341	2,63	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V13. -1	341	341	4,04	2,63	4,95	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V14. -1	341	341	3,42	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V15. -1	341	341	2,63	2,63	3,77	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02

Tabela A78 - Armadura transversal das vigas do piso -1 (parte 2).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V16. -1	341	341	4,64	4,59	4,50	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V17. -1	341	341	2,19	2,37	1,75	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V18. -1	341	341	4,14	4,12	4,28	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V19. -1	341	341	4,68	3,63	5,21	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V20. -1	341	341	4,91	3,49	4,17	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V21. -1	341	341	2,63	2,63	3,49	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V22. -1	341	341	5,42	2,63	4,51	2	8 // 0,175	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,74	5,03	5,03
V23. -1	341	341	2,63	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V24. -1	341	341	5,40	4,43	5,33	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,150	5,74	5,74	6,70
V25. -1	341	341	6,22	4,53	5,55	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	6,70	6,70	6,70
V26. -1	341	341	5,36	5,77	5,97	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	6,70	6,70	6,70
V27. -1	341	341	5,99	3,51	4,78	2	8 // 0,150	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	6,70	5,74	5,74
V28. -1	341	341	7,69	9,46	9,62	2	8 // 0,100	2	8 // 0,100	2	8 // 0,100	10,05	10,05	10,05
V29. -1	341	341	6,75	3,07	4,66	2	8 // 0,125	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	8,04	5,03	5,03
V30. -1	341	341	19,83	19,77	15,19	2	10 // 0,075	2	10 // 0,075	2	10 // 0,075	20,94	20,94	20,94

Tabela A79 - Armadura transversal das vigas do piso -1 (parte 3).

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	As,SAP2000 [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Avarões [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V31. -1	341	341	3,42	3,40	5,14	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V32. -1	341	341	3,23	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V33. -1	341	341	3,44	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V34. -1	341	341	3,46	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V35. -1	341	341	3,31	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V36. -1	341	341	3,52	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V37. -1	341	341	3,39	3,67	3,83	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V38. -1 V	341	341	4,04	4,66	4,81	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V38. -1 H	341	341	18,28	-	18,18	4	8 // 0,100	-	-	4	8 // 0,100	20,11	-	20,11
V39. -1	341	341	8,30	2,63	5,10	2	8 // 0,100	2	8 // 0,250	2	8 // 0,175	10,05	4,02	5,74
V40. -1	341	341	10,01	2,63	5,76	2	8 // 0,100	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	10,05	4,02	6,70
V41. -1	341	341	7,54	7,47	7,19	2	8 // 0,125	2	8 // 0,125	2	8 // 0,125	8,04	8,04	8,04
V42. -1	341	341	4,60	2,63	5,21	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V43. -1	341	341	7,90	7,77	7,39	2	8 // 0,125	2	8 // 0,125	2	8 // 0,125	8,04	8,04	8,04

Tabela A80 - Armadura transversal das vigas do piso -1 (parte 4).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V44. -1	341	341	4,78	2,63	5,34	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V45. -1	341	341	3,84	2,63	2,63	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V46. -1	341	341	3,89	2,63	4,08	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V47. -1	341	341	2,77	2,19	2,19	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V48. -1	341	341	5,41	5,24	4,96	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,200	5,74	5,74	5,03
V49. -1	341	341	3,77	2,63	2,63	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V50. -1	341	341	2,87	1,97	6,10	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	4,02	4,02	6,70
V51. -1	341	341	3,35	3,28	3,60	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V52. -1	341	341	3,71	2,63	3,65	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V53. -1	341	341	3,93	2,63	3,53	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V54. -1	341	341	2,63	2,63	3,22	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V55. -1	341	341	4,34	4,22	4,49	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V56. -1	341	341	3,34	3,65	3,86	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V57. -1	341	341	3,17	2,76	4,34	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V58. -1	341	341	5,36	3,66	3,77	2	8 // 0,175	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	5,74	4,02	4,02

Tabela A81 - Armadura transversal das vigas do piso -1 (parte 5).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V59. -1	341	341	4,80	2,63	2,63	2	8 // 0,200	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	5,03	4,02	4,02
V60. -1	341	341	4,02	2,63	3,31	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V61. -1	341	341	5,06	2,63	3,67	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V62. -1	341	341	13,75	13,82	13,65	2	8 // 0,050	2	8 // 0,050	2	8 // 0,050	20,11	20,11	20,11
V63. -1	341	341	4,20	3,35	4,39	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V64. -1	341	341	3,96	3,33	4,67	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V65. -1	341	341	2,63	2,63	5,65	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	4,02	4,02	6,70
V66. -1	341	341	2,63	2,63	4,56	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,200	4,02	4,02	5,03
V67. -1	341	341	2,63	2,63	4,41	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V68. -1	341	341	2,63	2,63	4,33	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,200	4,02	4,02	5,03
V69. -1	341	341	5,47	2,63	6,12	2	8 // 0,175	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	5,74	4,02	6,70
V70. -1	341	341	6,53	2,63	6,85	2	8 // 0,150	2	8 // 0,250	2	8 // 0,125	6,70	4,02	8,04

Tabela A82 - Armadura transversal das vigas do piso 0 (parte 1).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V1.0	341	341	3,07	3,07	2,90	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V2.0	341	341	2,40	3,45	3,68	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V3.0	341	341	5,06	3,21	3,19	2	8 // 0,175	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	5,74	4,02	4,02
V4.0	341	341	5,41	3,88	5,14	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V5.0	341	341	5,59	4,11	6,10	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,150	5,74	5,74	6,70
V6.0	341	341	5,14	4,10	5,73	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V7.0	341	341	4,86	2,63	4,99	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V8.0	341	341	4,74	2,63	2,63	2	8 // 0,200	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	5,03	4,02	4,02
V9.0	341	341	3,84	3,91	3,54	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V10.0	341	341	3,24	3,20	4,46	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,225	4,02	4,02	4,47
V11.0	341	341	3,77	2,63	5,42	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,175	4,02	4,02	5,74
V12.0	341	341	2,63	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V13.0	341	341	4,61	2,63	4,60	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V14.0	341	341	2,63	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V15.0	341	341	2,63	2,63	4,80	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03

Tabela A83 - Armadura transversal das vigas do piso 0 (parte 2).

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	As,SAP2000 [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V16.0	341	341	6,65	6,60	6,03	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	6,70	6,70	6,70
V17.0	341	341	3,65	3,53	2,38	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V18.0	341	341	4,40	4,22	4,16	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V19.0	341	341	4,77	3,75	5,50	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V20.0	341	341	5,11	3,50	4,72	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V21.0	341	341	2,63	2,63	4,87	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V22.0	341	341	10,79	2,63	3,92	2	8 // 0,075	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	13,40	4,02	4,02
V23.0	341	341	2,63	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V24.0	341	341	6,14	4,67	5,95	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	6,70	6,70	6,70
V25.0	341	341	6,94	4,70	6,26	2	8 // 0,125	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	8,04	6,70	6,70
V26.0	341	341	5,96	6,06	5,46	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	2	8 // 0,150	6,70	6,70	6,70
V27.0	341	341	7,02	4,39	5,46	2	8 // 0,125	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	8,04	5,74	5,74
V28.0	341	341	7,92	9,88	10,40	2	10 // 0,150	2	10 // 0,150	2	10 // 0,150	10,47	10,47	10,47
V29.0	341	341	8,03	3,07	5,58	2	8 // 0,125	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	8,04	5,74	5,74
V30.0	341	341	22,58	22,39	16,79	2	10 // 0,050	2	10 // 0,050	2	10 // 0,050	31,42	31,42	31,42



Tabela A84 - Armadura transversal das vigas do piso 0 (parte 3).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V31.0	341	341	3,98	4,44	11,89	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,075	5,74	5,74	13,40
V32.0	341	341	2,63	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V33.0	341	341	3,38	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V34.0	341	341	3,42	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V35.0	341	341	3,55	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V36.0	341	341	3,68	2,63	2,63	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	4,02	4,02	4,02
V37.0	341	341	3,87	4,45	4,70	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V38.0V	341	341	4,15	5,05	5,32	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V38.0H	341	341	18,72	-	18,61	4	8 // 0,100	-	-	4	8 // 0,100	20,11	-	20,11
V39.0	341	341	8,39	2,63	5,33	2	8 // 0,100	2	8 // 0,250	2	8 // 0,175	10,05	4,02	5,74
V40.0	341	341	11,53	2,63	5,84	2	8 // 0,075	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	13,40	4,02	6,70
V41.0	341	341	7,14	7,83	8,32	2	8 // 0,100	2	8 // 0,100	2	8 // 0,100	10,05	10,05	10,05
V42.0	341	341	6,67	4,24	5,13	2	8 // 0,150	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	6,70	5,74	5,74
V43.0	341	341	8,20	8,07	7,77	2	8 // 0,100	2	8 // 0,100	2	8 // 0,100	10,05	10,05	10,05
V44.0	341	341	6,55	3,93	5,95	2	8 // 0,150	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	6,70	4,02	6,70

Tabela A85 - Armadura transversal das vigas do piso 0 (parte 4).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V45.0	341	341	4,18	2,63	2,63	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V46.0	341	341	4,43	2,63	15,22	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,050	4,47	4,47	20,11
V47.0	341	341	2,19	2,19	4,73	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V48.0	341	341	4,40	4,59	4,79	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V49.0	341	341	4,09	2,63	2,63	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V50.0	341	341	2,80	1,97	8,07	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,100	4,02	4,02	10,05
V51.0	341	341	5,58	5,16	6,15	2	8 // 0,150	2	8 // 0,175	2	8 // 0,150	6,70	5,74	6,70
V52.0	341	341	3,90	3,32	4,37	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V53.0	341	341	4,98	2,63	3,67	2	8 // 0,200	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	5,03	4,02	4,02
V54.0	341	341	2,63	2,63	4,23	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V55.0	341	341	4,32	4,79	5,06	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V56.0	341	341	4,57	5,37	5,45	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V57.0	341	341	2,84	2,93	4,67	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V58.0	341	341	5,77	3,95	3,58	2	8 // 0,150	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	6,70	4,47	4,47
V59.0	341	341	5,21	2,63	2,63	2	8 // 0,175	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	5,74	4,02	4,02

Tabela A86 - Armadura transversal do piso 0 (parte 5).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	Nº Varoes	Armadura adoptada	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]		
			Início	Meio	Fim							Início	Meio	Fim
V60.0	341	341	4,80	2,63	4,04	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V61.0	341	341	5,78	2,63	5,15	2	8 // 0,150	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	6,70	5,74	5,74
V62.0	341	341	15,94	15,87	14,69	2	8 // 0,050	2	8 // 0,050	2	8 // 0,050	20,11	20,11	20,11
V63.0	341	341	4,34	3,33	5,10	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	2	8 // 0,200	5,03	5,03	5,03
V64.0	341	341	4,10	3,43	5,11	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	2	8 // 0,175	5,74	5,74	5,74
V65.0	341	341	2,63	2,63	5,81	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	4,02	4,02	6,70
V66.0	341	341	2,63	2,63	4,50	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,200	4,02	4,02	5,03
V67.0	341	341	2,63	2,63	4,21	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	2	8 // 0,225	4,47	4,47	4,47
V68.0	341	341	2,63	2,63	4,67	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,200	4,02	4,02	5,03
V69.0	341	341	3,58	2,63	6,00	2	8 // 0,250	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	4,02	4,02	6,70
V70.0	341	341	6,25	2,63	6,49	2	8 // 0,150	2	8 // 0,250	2	8 // 0,150	6,70	4,02	6,70

Tabela A87 - Armadura transversal das vigas do piso 1 (parte 1).

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	As,SAP2000 [cm²/m]			Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Início [Nº var. Ø//s]	Meio [Nº var. Ø//s]	Fim [Nº var. Ø//s]	Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Avarões [cm²/m]				
			Início	Meio	Fim						Z. Crítica	Início	Meio	Fim	Z. Crítica
V1.1	116	116	1,75	1,75	1,75	2 8 // 0,050	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,050	20,11	10,05	10,05	10,05	20,11
V2.1	600	679	7,01	6,90	6,63	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04
V3.1	600	1091	12,40	11,80	11,26	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	12,57	12,57	12,57	12,57	12,57
V4.1	600	1091	12,04	12,46	13,06	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,100	2 10 // 0,100	12,57	12,57	12,57	15,71	15,71
V5.1	600	1091	10,85	10,80	11,00	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	12,57	12,57	12,57	12,57	12,57
V6.1	341	341	8,86	2,94	4,88	2 8 // 0,075	2 8 // 0,100	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	10,05	5,03	5,03	13,40
V7.1	116	116	1,75	1,75	5,66	2 8 // 0,050	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,050	20,11	6,70	6,70	6,70	20,11
V8.1	341	341	4,36	3,51	6,29	2 8 // 0,075	2 8 // 0,225	2 8 // 0,225	2 8 // 0,150	2 8 // 0,075	13,40	4,47	4,47	6,70	13,40
V9.1	341	341	9,72	3,51	6,64	2 8 // 0,075	2 8 // 0,100	2 8 // 0,250	2 8 // 0,150	2 8 // 0,075	13,40	10,05	4,02	6,70	13,40
V10.1	116	116	2,63	5,62	5,81	2 8 // 0,050	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,050	20,11	6,70	6,70	6,70	20,11
V11.1	341	341	16,69	16,56	16,44	2 8 // 0,050	2 8 // 0,050	2 8 // 0,050	2 8 // 0,050	2 8 // 0,050	20,11	20,11	20,11	20,11	20,11
V12.1	341	341	2,63	2,63	4,61	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V13.1	341	341	2,51	3,61	3,75	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	4,02	13,40
V14.1	341	341	5,37	5,07	5,00	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40

Tabela A88 - Armadura transversal das vigas do piso 1 (parte 2).

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	As,SAP2000 [cm²/m]			Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Início [Nº var. Ø//s]	Meio [Nº var. Ø//s]	Fim [Nº var. Ø//s]	Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Avarões [cm²/m]				
			Início	Meio	Fim						Z. Crítica	Início	Meio	Fim	Z. Crítica
V15.1	341	341	5,50	3,85	4,24	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V16.1	341	341	4,75	5,03	5,36	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V17.1	341	341	5,37	3,60	4,72	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V18.1	116	116	2,63	6,64	6,83	2 8 // 0,050	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,050	20,11	10,05	10,05	10,05	20,11
V19.1	341	341	20,24	20,13	20,03	2 8 // 0,075	2 10 // 0,050	2 10 // 0,050	2 10 // 0,050	2 8 // 0,075	13,40	31,42	31,42	31,42	13,40
V20.1	341	341	8,35	2,63	5,14	2 8 // 0,075	2 8 // 0,100	2 8 // 0,250	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	10,05	4,02	5,74	13,40
V21.1	341	341	6,66	4,98	5,88	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,125	8,04	8,04	6,70	6,70	8,04
V22.1	341	341	5,92	5,41	5,65	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,125	8,04	8,04	5,74	5,74	8,04
V23.1	341	341	6,02	4,88	6,46	2 8 // 0,125	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,125	8,04	6,70	6,70	6,70	8,04
V24.1	341	341	6,02	4,43	4,81	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,125	8,04	8,04	5,03	5,03	8,04
V25.1	341	341	8,20	10,13	10,29	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	12,57	12,57	12,57	12,57	12,57
V26.1	341	341	6,13	2,63	5,38	2 8 // 0,125	2 8 // 0,150	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,125	8,04	6,70	5,74	5,74	8,04
V27.1	341	341	29,15	29,07	28,93	2 10 // 0,075	2 10 // 0,050	2 10 // 0,050	2 10 // 0,050	2 10 // 0,075	20,94	31,42	31,42	31,42	20,94
V28.1	191	191	5,72	18,39	18,50	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	20,94	20,94	20,94	20,94	20,94

Tabela A89 - Armadura transversal das vigas do piso 1 (parte 3).

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	As,SAP2000 [cm²/m]			Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Início [Nº var. Ø//s]	Meio [Nº var. Ø//s]	Fim [Nº var. Ø//s]	Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Avarões [cm²/m]				
			Início	Meio	Fim						Z. Crítica	Início	Meio	Fim	Z. Crítica
V29.1	116	116	1,75	1,75	1,75	2 8 // 0,050	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,050	20,11	10,05	10,05	10,05	20,11
V30.1	191	191	2,19	2,19	2,19	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V31.1V	191	191	2,63	2,63	2,63	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V31.1H	191	191	10,25	-	10,17	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	13,40	13,40	13,40	13,40	13,40
V32.1	341	341	8,86	2,63	9,01	2 8 // 0,075	2 8 // 0,100	2 8 // 0,175	2 8 // 0,100	2 8 // 0,075	13,40	10,05	5,74	10,05	13,40
V33.1	341	341	11,38	2,63	5,30	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	13,40	4,02	5,74	13,40
V34.1	341	341	8,70	8,59	6,94	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	13,40	13,40	13,40	13,40	13,40
V35.1	341	341	7,34	3,61	7,87	2 8 // 0,075	2 8 // 0,125	2 8 // 0,250	2 8 // 0,125	2 8 // 0,075	13,40	8,04	4,02	8,04	13,40
V36.1	600	1091	10,79	10,36	10,62	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	2 10 // 0,125	12,57	12,57	12,57	12,57	12,57
V37.1	191	191	2,63	2,63	2,63	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V38.1	341	341	4,56	2,63	3,85	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V39.1	341	341	4,43	4,39	25,48	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 10 // 0,050	2 10 // 0,050	13,40	5,03	5,03	31,42	31,42
V40.1	600	1091	16,75	16,69	16,65	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	20,94	20,94	20,94	20,94	20,94
V41.1	341	341	3,97	1,97	7,42	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,125	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	8,04	13,40

Tabela A90 - Armadura transversal do piso 1 (parte 4).

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	As,SAP2000 [cm²/m]			Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Início [Nº var. Ø//s]	Meio [Nº var. Ø//s]	Fim [Nº var. Ø//s]	Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Avarões [cm²/m]				
			Início	Meio	Fim						Z. Crítica	Início	Meio	Fim	Z. Crítica
V42.1	341	341	6,98	7,55	8,21	2 8 // 0,075	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,100	2 8 // 0,075	13,40	8,04	8,04	10,05	13,40
V43.1	341	341	3,29	2,55	3,80	2 8 // 0,125	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,125	8,04	4,02	4,02	4,02	8,04
V44.1	191	191	2,63	2,63	2,63	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V45.1	341	341	4,33	2,63	4,85	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V46.1	341	341	5,04	5,93	6,01	2 8 // 0,075	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,075	13,40	6,70	6,70	6,70	13,40
V47.1	191	191	2,63	2,63	2,63	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V48.1	191	191	5,18	2,63	5,33	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V49.1	341	341	3,47	2,63	4,56	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V50.1	341	341	5,53	2,63	3,75	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	5,74	4,02	4,02	13,40
V51.1	341	341	6,16	2,63	5,02	2 8 // 0,075	2 8 // 0,150	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	6,70	5,03	5,03	13,40
V52.1	341	341	6,35	3,84	5,70	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,125	8,04	8,04	5,74	5,74	8,04
V53.1	116	116	2,63	2,63	2,63	2 8 // 0,050	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,050	20,11	10,05	10,05	10,05	20,11

Tabela A91 - Armadura transversal das vigas do piso 2 (parte 1).

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	As,SAP2000 [cm²/m]			Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Início [Nº var. Ø//s]	Meio [Nº var. Ø//s]	Fim [Nº var. Ø//s]	Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Avarões [cm²/m]				
			Início	Meio	Fim						Z. Crítica	Início	Meio	Fim	Z. Crítica
V1.2	341	341	7,11	5,54	5,33	2 8 // 0,075	2 8 // 0,125	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	8,04	5,74	5,74	13,40
V2.2	341	341	4,52	4,19	4,47	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V3.2	341	341	4,38	4,26	5,28	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V4.2	341	341	3,86	2,41	2,93	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	4,02	13,40
V5.2	341	341	4,89	2,63	2,63	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V6.2	341	341	5,31	3,51	6,95	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,125	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	8,04	13,40
V7.2	341	341	8,52	3,51	6,74	2 8 // 0,075	2 8 // 0,100	2 8 // 0,250	2 8 // 0,125	2 8 // 0,075	13,40	10,05	4,02	8,04	13,40
V8.2	341	341	3,94	3,2	4,91	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V9.2	341	341	2,88	4,52	4,81	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V10.2	341	341	3,87	3,09	3,11	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	4,02	13,40
V11.2	341	341	5,22	3,8	3,84	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,03	5,03	13,40
V12.2	341	341	3,49	4,03	4,27	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V13.2	341	341	4,83	3,43	4,4	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V14.2	341	341	7,21	2,63	5,95	2 8 // 0,075	2 8 // 0,125	2 8 // 0,250	2 8 // 0,150	2 8 // 0,075	13,40	8,04	4,02	6,70	13,40



Tabela A92 - Armadura transversal das vigas do piso 2 (parte 2).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Início [Nº var. Ø//s]	Meio [Nº var. Ø//s]	Fim [Nº var. Ø//s]	Zona crítica [Nº var. Ø//s]	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]				
			Início	Meio	Fim						Z. Crítica	Início	Meio	Fim	Z. Crítica
V15.2	341	341	5,67	4,54	5,82	2 8 // 0,125	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,125	8,04	6,70	6,70	6,70	8,04
V16.2	341	341	5,85	4,7	5,97	2 8 // 0,125	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,125	8,04	6,70	6,70	6,70	8,04
V17.2	341	341	9,59	9,49	8,15	2 8 // 0,075	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,075	13,40	10,05	10,05	10,05	13,40
V18.2	341	341	5,38	2,63	6,31	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,250	2 8 // 0,150	2 8 // 0,075	13,40	5,74	4,02	6,70	13,40
V19.2	341	341	11,25	3,45	8,71	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,100	2 8 // 0,075	13,40	13,40	4,02	10,05	13,40
V20.2	341	341	11,5	3,41	7,49	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,125	2 8 // 0,075	13,40	13,40	4,02	8,04	13,40
V21.2	341	341	8,31	3,41	7,74	2 8 // 0,075	2 8 // 0,100	2 8 // 0,250	2 8 // 0,125	2 8 // 0,075	13,40	10,05	4,02	8,04	13,40
V22.2	600	1001	7,87	7,59	7,72	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04
V23.2	341	341	4,34	2,63	3,48	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V24.2	341	341	4,58	3,65	7,05	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,125	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	8,04	13,40
V25.2	600	1091	17,61	17,55	17,5	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	20,94	20,94	20,94	20,94	20,94
V26.2	341	341	4,72	5,5	5,75	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V27.2	341	341	4,61	1,97	7,95	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,125	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	8,04	13,40
V28.2	341	341	2,79	2,22	2,78	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	4,02	13,40

Tabela A93 - Armadura transversal das vigas do piso 2 (parte 3).

Viga	St,max [mm]	Sl,max [mm]	As,SAP2000 [cm²/m]			Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Início [Nº var. Ø//s]	Meio [Nº var. Ø//s]	Fim [Nº var. Ø//s]	Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Avarões [cm²/m]				
			Início	Meio	Fim						Z. Crítica	Início	Meio	Fim	Z. Crítica
V29.2	600	716	4,94	4,29	4,75	2 8 // 0,150	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,150	6,70	5,03	5,03	5,03	6,70
V30.2	341	341	6,11	7,27	7,37	2 8 // 0,075	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,075	13,40	8,04	8,04	8,04	13,40
V31.2	600	716	4,59	4,65	5,22	2 8 // 0,125	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,175	2 8 // 0,125	8,04	5,03	5,03	5,74	8,04
V32.2	341	341	2,63	2,63	2,63	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	4,02	13,40
V33.2	341	341	2,63	2,63	2,63	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	4,02	13,40
V34.2	341	341	3,24	2,63	3,77	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	4,02	13,40
V35.2	341	341	2,63	2,63	2,63	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	4,02	13,40
V36.2	341	341	3,28	2,63	3,51	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	4,02	13,40
V37.2	341	341	9,07	9	8,49	2 8 // 0,075	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,075	13,40	10,05	10,05	10,05	13,40

Tabela A94 - Armadura transversal das vigas da cobertura (parte 1).

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Zona crítica [N° var. Ø//s]	Início [N° var. Ø//s]	Meio [N° var. Ø//s]	Fim [N° var. Ø//s]	Zona crítica [N° var. Ø//s]	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]				
			Início	Meio	Fim						Z. Crítica	Início	Meio	Fim	Z. Crítica
V1.3	341	341	5,79	4,32	5,58	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V2.3	341	341	5,36	4,49	5,74	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V3.3	341	341	5,63	4,26	5,21	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	5,74	5,74	5,74	13,40
V4.3	341	341	4,61	3,07	3,07	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V5.3	341	341	3,51	3,51	5,17	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	5,74	13,40
V6.3	341	341	2,63	2,63	3,89	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	4,02	13,40
V7.3	341	341	3,27	6,84	6,95	2 8 // 0,075	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,075	13,40	8,04	8,04	8,04	13,40
V8.3	600	791	8,97	8,44	8	2 10 // 0,125	2 10 // 0,175	2 10 // 0,175	2 10 // 0,175	2 10 // 0,125	12,57	8,98	8,98	8,98	12,57
V9.3	600	791	8,12	7,92	8,17	2 10 // 0,175	2 10 // 0,175	2 10 // 0,175	2 10 // 0,175	2 10 // 0,175	8,98	8,98	8,98	8,98	8,98
V10.3	341	341	3,41	2,63	3,81	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	4,02	13,40
V11.3.1	341	341	6,95	6,72	6,36	2 8 // 0,075	2 8 // 0,125	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	2 8 // 0,075	13,40	8,04	6,70	6,70	13,40
V11.3.2	341	341	4,3	4,6	4,69	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V12.3	341	341	9,04	2,63	5,62	2 8 // 0,075	2 8 // 0,100	2 8 // 0,200	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	10,05	5,03	5,74	13,40
V13.3	341	341	12,65	3,8	5,19	2 8 // 0,075	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	13,40	5,74	5,74	13,40

**Tabela A95 - Armadura transversal das vigas da cobertura (parte 2).**

Viga	S <sub>t,max</sub> [mm]	S <sub>l,max</sub> [mm]	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> /m]			Zona crítica [Nº var. Ø//s]	Início [Nº var. Ø//s]	Meio [Nº var. Ø//s]	Fim [Nº var. Ø//s]	Zona crítica [Nº var. Ø//s]	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]				
			Início	Meio	Fim						Z. Crítica	Início	Meio	Fim	Z. Crítica
V14.3	341	341	7,71	3,76	5,58	2 8 // 0,075	2 8 // 0,125	2 8 // 0,175	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	8,04	5,74	5,74	13,40
V15.3	341	341	4,31	2,63	2,63	2 8 // 0,075	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,075	13,40	5,03	5,03	5,03	13,40
V16.3	341	341	3,39	2,63	5,49	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,175	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	5,74	13,40
V17.3	600	1091	17,32	17,27	17,1	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	2 10 // 0,075	20,94	20,94	20,94	20,94	20,94
V18.3	341	341	3,47	2,97	6,77	2 8 // 0,075	2 8 // 0,250	2 8 // 0,250	2 8 // 0,150	2 8 // 0,075	13,40	4,02	4,02	6,70	13,40
V19.3	600	716	4,43	4,33	4,97	2 8 // 0,125	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,200	2 8 // 0,125	8,04	5,03	5,03	5,03	8,04
V20.3	341	341	5,56	6,91	7,01	2 8 // 0,075	2 8 // 0,175	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,075	13,40	5,74	8,04	8,04	13,40

## Taxas de Armadura das vigas

Tabela A96 - Taxas de armadura longitudinal das vigas de fundação.

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
VF11	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,1500	4,524	0,0030	4,524	0,1500	4,524	0,0030	4,524	0,1500
Geral	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,1500	4,021	0,0027	4,021	0,1500	4,021	0,0027	4,021	0,1500

Tabela A97 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 1).

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V1.-2	0,10	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,3929	0,0034
V2. -2	0,10	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,3929	0,0034
V3. -2	0,13	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,3929	0,0027
V4. -2	0,18	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V5. -2	0,18	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V6. -2	0,18	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V7. -2	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V8. -2	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V9. -2	0,13	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,3929	0,0027
V10. -2	0,13	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,3929	0,0027
V11. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V12. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V13. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	5,1522	0,0034

**Tabela A98 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 2).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V14. -2	0,15	4,021	0,0027	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V15. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V16. -2	0,12	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,3929	0,0028
V17. -2	0,12	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,3929	0,0028
V18. -2	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V19. -2	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V20. -2	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V21. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	5,1522	0,0034
V22. -2	0,15	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V23. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V24. -2	0,20	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,1522	0,0026
V25. -2	0,20	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,1522	0,0026
V26. -2	0,20	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,1522	0,0026
V27. -2	0,20	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,1522	0,0026
V28. -2	0,18	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,1522	0,0029
V29. -2	0,18	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,1522	0,0029
V30. -2	0,15	4,021	0,0027	8,042	0,0054	4,021	0,0027	4,021	0,0027	5,152	0,0034	5,1522	0,0034
V31. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	8,0425	0,0054
V32. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V33. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027

**Tabela A99 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 3).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V34. -2	0,15	4,021	0,0027	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V35. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V36. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V37. -2	0,13	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,3929	0,0027
V38.-2 V	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V38.-2 H	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	0	0,0000	0	0,0000	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V39. -2	0,15	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V40. -2	0,15	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	5,152	0,0034	4,0212	0,0027
V41. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V42. -2	0,15	6,032	0,0040	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V43. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V44. -2	0,15	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V45. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V46. -2	0,15	4,021	0,0027	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	5,152	0,0034
V47. -2	0,13	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,0212	0,0032
V48. -2	0,12	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	5,1522	0,0043
V49. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V50. -2	0,11	4,021	0,0036	4,021	0,0036	4,021	0,0036	4,021	0,0036	6,032	0,0054	4,0212	0,0036
V51. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	5,1522	0,0034
V52. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027

**Tabela A100 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -2 (parte 4).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V53. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V54. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V55. -2	0,12	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,0212	0,0034
V56. -2	0,12	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,0212	0,0034
V57. -2	0,13	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,0212	0,0032
V58. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V59. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V60. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V61. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V62. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V63. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V64. -2	0,13	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032
V65. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V66. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V67. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V68. -2	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V69. -2	0,15	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V70. -2	0,15	6,283	0,0042	4,021	0,0027	6,283	0,0042	4,021	0,0027	6,283	0,0042	4,0212	0,0027



**Tabela A101 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 1).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V1.-1	0,10	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,3929	0,0034
V2. -1	0,10	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,3929	0,0034
V3. -1	0,13	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,3929	0,0027
V4. -1	0,18	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V5. -1	0,18	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V6. -1	0,18	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V7. -1	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V8. -1	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V9. -1	0,13	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,3929	0,0027
V10. -1	0,13	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,3929	0,0027
V11. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V12. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V13. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	5,1522	0,0034
V14. -1	0,15	4,021	0,0027	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V15. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V16. -1	0,12	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,3929	0,0028
V17. -1	0,12	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,393	0,0028	3,3929	0,0028
V18. -1	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V19. -1	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V20. -1	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030

Tabela A102 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 2).

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V21. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	6,0319	0,0040
V22. -1	0,15	6,032	0,0040	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V23. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V24. -1	0,20	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,1522	0,0026
V25. -1	0,20	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,1522	0,0026
V26. -1	0,20	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,1522	0,0026
V27. -1	0,20	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,152	0,0026	5,1522	0,0026
V28. -1	0,18	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,1522	0,0029
V29. -1	0,18	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,152	0,0029	5,1522	0,0029
V30. -1	0,15	8,042	0,0054	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	5,152	0,0034	5,1522	0,0034
V31. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	8,0425	0,0054
V32. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V33. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V34. -1	0,15	4,021	0,0027	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V35. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V36. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V37. -1	0,13	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,393	0,0027	3,3929	0,0027
V38.-1 V	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V38.-1 H	0,15	4,524	0,0030	4,524	0,0030	-				4,524	0,0030	4,5239	0,0030
V39. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027

**Tabela A103 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 3).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V40. -1	0,15	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	5,152	0,0034	4,0212	0,0027
V41. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V42. -1	0,15	6,032	0,0040	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V43. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V44. -1	0,15	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V45. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V46. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V47. -1	0,13	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,0212	0,0032
V48. -1	0,12	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	5,152	0,0043	4,0212	0,0034
V49. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V50. -1	0,11	4,021	0,0036	4,021	0,0036	4,021	0,0036	4,021	0,0036	6,032	0,0054	4,0212	0,0036
V51. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	5,1522	0,0034
V52. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V53. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V54. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V55. -1	0,12	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,0212	0,0034
V56. -1	0,12	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,021	0,0034	4,0212	0,0034
V57. -1	0,13	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,0212	0,0032
V58. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V59. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027

**Tabela A104 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso -1 (parte 4).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V60. -1	0,15	4,021	0,0027	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V61. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V62. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V63. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V64. -1	0,13	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,021	0,0032	4,0212	0,0032
V65. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V66. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V67. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V68. -1	0,15	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,0212	0,0027
V69. -1	0,15	5,152	0,0034	4,021	0,0027	4,021	0,0027	4,021	0,0027	5,152	0,0034	4,0212	0,0027
V70. -1	0,15	5,152	0,0034	4,021	0,0027	5,152	0,0034	4,021	0,0027	5,152	0,0034	4,0212	0,0027

**Tabela A105 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 1).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V1.0	0,10	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,3929	0,0034
V2.0	0,10	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,3929	0,0034
V3.0	0,13	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,3929	0,0034
V4.0	0,18	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,5239	0,0045
V5.0	0,18	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,5239	0,0045
V6.0	0,18	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,5239	0,0045
V7.0	0,15	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,5239	0,0045
V8.0	0,15	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,5239	0,0045
V9.0	0,13	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,3929	0,0034
V10.0	0,13	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,3929	0,0034
V11.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V12.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	5,152	0,0052	4,0212	0,0040
V13.0	0,15	4,021	0,0040	5,152	0,0052	5,152	0,0052	4,021	0,0040	4,021	0,0040	5,1522	0,0052
V14.0	0,15	4,021	0,0040	5,152	0,0052	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V15.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V16.0	0,12	4,021	0,0040	3,393	0,0034	4,021	0,0040	3,393	0,0034	3,393	0,0034	4,0212	0,0040
V17.0	0,12	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,3929	0,0034
V18.0	0,15	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,5239	0,0045
V19.0	0,15	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,5239	0,0045
V20.0	0,15	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,5239	0,0045

**Tabela A106 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 2).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V21.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	6,0319	0,0060
V22.0	0,15	6,032	0,0060	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V23.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V24.0	0,20	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,1522	0,0052
V25.0	0,20	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,1522	0,0052
V26.0	0,20	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,1522	0,0052
V27.0	0,20	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,1522	0,0052
V28.0	0,18	5,152	0,0052	6,032	0,0060	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,152	0,0052	5,1522	0,0052
V29.0	0,18	5,152	0,0052	9,425	0,0094	5,152	0,0052	6,032	0,0060	5,152	0,0052	6,0319	0,0060
V30.0	0,15	9,425	0,0094	5,152	0,0052	5,152	0,0052	9,425	0,0094	5,152	0,0052	9,4248	0,0094
V31.0	0,15	5,152	0,0052	6,283	0,0063	6,283	0,0063	5,152	0,0052	9,425	0,0094	7,1628	0,0072
V32.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V33.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V34.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V35.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V36.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V37.0	0,13	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,393	0,0034	3,3929	0,0034
V38.0V	0,15	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,524	0,0045	4,5239	0,0045
V38.0H	0,15	4,524	0,0045	4,524	0,0045	-				4,524	0,0045	4,5239	0,0045
V39.0	0,15	6,032	0,0060	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040

Tabela A107 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 3).

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V40.0	0,15	8,042	0,0080	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V41.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V42.0	0,15	8,294	0,0083	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V43.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V44.0	0,15	8,042	0,0080	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V45.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V46.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	6,032	0,0060	4,0212	0,0040
V47.0	0,13	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V48.0	0,12	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	8,0425	0,0080
V49.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V50.0	0,11	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	6,032	0,0060	4,0212	0,0040
V51.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	8,042	0,0080	4,0212	0,0040
V52.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V53.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V54.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V55.0	0,12	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V56.0	0,12	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V57.0	0,13	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V58.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V59.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040

**Tabela A108 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 0 (parte 4).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V60.0	0,15	4,021	0,0040	5,152	0,0052	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V61.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V62.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V63.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V64.0	0,13	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V65.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V66.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V67.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V68.0	0,15	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,021	0,0040	4,0212	0,0040
V69.0	0,15	5,152	0,0052	4,021	0,0040	4,021	0,0040	5,152	0,0052	5,152	0,0052	4,0212	0,0040
V70.0	0,15	5,152	0,0052	4,021	0,0040	5,152	0,0052	4,021	0,0040	5,152	0,0052	4,0212	0,0040



**Tabela A109 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 1).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V1.1	0,04	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,2619	0,0057
V2.1	0,29	8,294	0,0207	9,425	0,0236	8,294	0,0207	9,425	0,0236	8,294	0,0207	9,4248	0,0236
V3.1	0,53	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,708	0,0393
V4.1	0,53	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,708	0,0393
V5.1	0,53	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,71	0,0393	15,708	0,0393
V6.1	0,10	6,032	0,0151	3,393	0,0085	4,021	0,0101	3,393	0,0085	5,152	0,0129	3,3929	0,0085
V7.1	0,04	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,2619	0,0057
V8.1	0,20	6,032	0,0151	6,283	0,0157	6,283	0,0157	6,032	0,0151	6,283	0,0157	6,0319	0,0151
V9.1	0,20	6,283	0,0157	6,032	0,0151	6,283	0,0157	6,032	0,0151	6,283	0,0157	6,0319	0,0151
V10.1	0,06	3,393	0,0085	4,021	0,0101	3,393	0,0085	4,021	0,0101	6,032	0,0151	3,3929	0,0085
V11.1	0,15	6,032	0,0151	5,152	0,0129	6,032	0,0151	5,152	0,0129	5,152	0,0129	6,0319	0,0151
V12.1	0,15	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,5239	0,0113
V13.1	0,10	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	4,021	0,0101	3,3929	0,0085
V14.1	0,10	6,032	0,0151	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,3929	0,0085
V15.1	0,15	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,5239	0,0113
V16.1	0,15	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,5239	0,0113
V17.1	0,15	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,5239	0,0113
V18.1	0,06	6,032	0,0151	6,283	0,0157	6,283	0,0157	6,032	0,0151	9,425	0,0236	6,0319	0,0151
V19.1	0,15	9,425	0,0236	6,283	0,0157	6,283	0,0157	6,283	0,0157	4,524	0,0113	6,2832	0,0157
V20.1	0,15	4,524	0,0113	6,283	0,0157	6,283	0,0157	4,524	0,0113	6,283	0,0157	4,5239	0,0113

**Tabela A110 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 2).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V21.1	0,20	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,0319	0,0151
V22.1	0,20	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,0319	0,0151
V23.1	0,20	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,0319	0,0151
V24.1	0,20	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,0319	0,0151
V25.1	0,18	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,0319	0,0151
V26.1	0,15	6,032	0,0151	6,283	0,0157	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,0319	0,0151
V27.1	0,15	22,38	0,0560	12,06	0,0302	12,06	0,0302	22,38	0,0560	6,032	0,0151	6,2832	0,0157
V28.1	0,09	6,283	0,0157	6,283	0,0157	6,283	0,0157	6,283	0,0157	22,38	0,0560	12,566	0,0314
V29.1	0,04	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,2619	0,0057
V30.1	0,08	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,2619	0,0057
V31.1 V	0,09	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,3929	0,0085
V31.1 H	0,09	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,3929	0,0085
V32.1	0,15	10,3	0,0258	6,283	0,0157	8,042	0,0201	4,524	0,0113	8,042	0,0201	4,5239	0,0113
V33.1	0,15	9,425	0,0236	6,283	0,0157	6,283	0,0157	4,524	0,0113	6,283	0,0157	4,5239	0,0113
V34.1	0,15	4,524	0,0113	6,032	0,0151	6,032	0,0151	4,524	0,0113	4,524	0,0113	6,0319	0,0151
V35.1	0,15	6,032	0,0151	4,524	0,0113	4,524	0,0113	6,032	0,0151	6,032	0,0151	4,5239	0,0113
V36.1	0,45	25,92	0,0648	25,92	0,0648	19,63	0,0491	19,63	0,0491	19,63	0,0491	19,635	0,0491
V37.1	0,09	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,3929	0,0085
V38.1	0,15	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,5239	0,0113
V39.1	0,15	4,524	0,0113	8,042	0,0201	8,042	0,0201	4,524	0,0113	10,3	0,0258	6,2832	0,0157

**Tabela A111 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 1 (parte 3).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V40.1	0,30	13,45	0,0336	9,425	0,0236	9,425	0,0236	9,425	0,0236	9,425	0,0236	9,4248	0,0236
V41.1	0,11	6,032	0,0151	3,393	0,0085	6,032	0,0151	3,393	0,0085	6,032	0,0151	3,3929	0,0085
V42.1	0,15	6,032	0,0151	9,817	0,0245	6,032	0,0151	9,817	0,0245	25,92	0,0648	12,064	0,0302
V43.1	0,10	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	9,8175	0,0245
V44.1	0,09	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,3929	0,0085
V45.1	0,15	6,283	0,0157	4,524	0,0113	6,283	0,0157	4,524	0,0113	6,283	0,0157	4,5239	0,0113
V46.1	0,10	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	6,032	0,0151	3,3929	0,0085
V47.1	0,09	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,393	0,0085	3,3929	0,0085
V48.1	0,09	4,524	0,0113	3,393	0,0085	4,524	0,0113	3,393	0,0085	6,283	0,0157	3,3929	0,0085
V49.1	0,15	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,5239	0,0113
V50.1	0,15	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,524	0,0113	4,5239	0,0113
V51.1	0,15	6,032	0,0151	4,524	0,0113	6,032	0,0151	4,524	0,0113	4,524	0,0113	6,0319	0,0151
V52.1	0,15	8,294	0,0207	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,032	0,0151	6,0319	0,0151
V53.1	0,06	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,262	0,0057	2,2619	0,0057

**Tabela A112 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 2 (parte 1).**

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V1.2	0,18	8,294	0,0047	7,414	0,0042	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,6549	0,0032
V2.2	0,18	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,6549	0,0032
V3.2	0,18	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,655	0,0032	6,032	0,0034	5,6549	0,0032
V4.2	0,10	4,021	0,0023	3,393	0,0019	4,021	0,0023	3,393	0,0019	3,393	0,0019	4,0212	0,0023
V5.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V6.2	0,20	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,2832	0,0036
V7.2	0,20	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,2832	0,0036
V8.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V9.2	0,10	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,393	0,0019	5,152	0,0029	3,3929	0,0019
V10.2	0,10	5,152	0,0029	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,3929	0,0019
V11.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V12.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V13.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V14.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	6,283	0,0036	4,5239	0,0026
V15.2	0,20	6,032	0,0034	6,032	0,0034	6,032	0,0034	6,032	0,0034	6,032	0,0034	6,0319	0,0034
V16.2	0,20	6,032	0,0034	6,032	0,0034	6,032	0,0034	6,032	0,0034	6,032	0,0034	6,0319	0,0034
V17.2	0,18	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,655	0,0032	5,6549	0,0032
V18.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V19.2	0,15	8,042	0,0046	4,524	0,0026	8,042	0,0046	4,524	0,0026	10,3	0,0059	6,2832	0,0036
V20.2	0,15	14,73	0,0084	8,042	0,0046	6,283	0,0036	4,524	0,0026	6,283	0,0036	4,5239	0,0026

Tabela A113 - Taxas de armadura longitudinal das vigas do piso 2 (parte 2).

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V21.2	0,15	8,294	0,0047	4,524	0,0026	4,524	0,0026	6,032	0,0034	6,032	0,0034	4,5239	0,0026
V22.2	0,41	16,100	0,0092	16,100	0,0092	12,57	0,0072	12,57	0,0072	12,57	0,0072	12,566	0,0072
V23.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V24.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	8,042	0,0046	4,5239	0,0026
V25.2	0,30	12,96	0,0074	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,817	0,0056	9,425	0,0054	9,8175	0,0056
V26.2	0,15	4,524	0,0026	6,032	0,0034	6,032	0,0034	4,524	0,0026	16,1	0,0092	10,304	0,0059
V27.2	0,11	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,393	0,0019	6,032	0,0034	3,3929	0,0019
V28.2	0,10	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,393	0,0019	6,0319	0,0034
V29.2	0,30	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,4248	0,0054
V30.2	0,10	3,393	0,0019	4,021	0,0023	3,393	0,0019	4,021	0,0023	6,283	0,0036	3,3929	0,0019
V31.2	0,30	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,4248	0,0054
V32.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V33.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V34.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V35.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V36.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V37.2	0,15	4,524	0,0026	6,032	0,0034	6,032	0,0034	4,524	0,0026	6,032	0,0034	4,5239	0,0026

Tabela A114 - Taxas de armadura longitudinal das vigas da cobertura.

Viga	Ac [m <sup>2</sup> ]	Início				Meio				Fim			
		A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>	A <sub>s, sup</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>superior</sub>	A <sub>s, inf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>inferior</sub>
V1.3	0,18	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,3093	0,0030
V2.3	0,18	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,3093	0,0030
V3.3	0,18	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,3093	0,0030
V4.3	0,15	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,309	0,0030	5,3093	0,0030
V5.3	0,20	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,283	0,0036	6,2832	0,0036
V6.3	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V7.3	0,10	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,393	0,0019	3,393	0,0019	6,032	0,0034	5,6549	0,0032
V8.3	0,22	14,73	0,0084	9,817	0,0056	9,817	0,0056	9,817	0,0056	9,817	0,0056	9,8175	0,0056
V9.3	0,33	9,817	0,0056	9,817	0,0056	9,817	0,0056	9,817	0,0056	9,817	0,0056	9,8175	0,0056
V10.3	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V11.3.1	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V11.3.2	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V12.3	0,15	6,032	0,0034	4,524	0,0026	4,524	0,0026	6,032	0,0034	6,032	0,0034	4,5239	0,0026
V13.3	0,15	14,73	0,0084	8,042	0,0046	6,283	0,0036	5,152	0,0029	5,152	0,0029	6,2832	0,0036
V14.3	0,15	8,294	0,0047	4,524	0,0026	4,524	0,0026	6,032	0,0034	6,032	0,0034	4,5239	0,0026
V15.3	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,5239	0,0026
V16.3	0,15	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	4,524	0,0026	6,032	0,0034	4,5239	0,0026
V17.3	0,30	12,96	0,0074	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,817	0,0056	9,425	0,0054	9,8175	0,0056
V18.3	0,11	3,393	0,0019	4,021	0,0023	4,021	0,0023	3,393	0,0019	8,294	0,0047	5,6549	0,0032
V19.3	0,30	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,425	0,0054	9,4248	0,0054
V20.3	0,10	3,393	0,0019	4,021	0,0023	4,021	0,0023	3,393	0,0019	6,032	0,0034	3,3929	0,0019

## **Anexo 8 – Comprimentos das Zonas Críticas e Espaçamentos Máximos das Armaduras Transversais dos Pilares**

### **Comprimentos das zonas críticas nos pilares**

**Tabela A115 - Comprimentos das zonas críticas nos pilares do piso 0.**

<b>Pilar</b>	<b>L [m]</b>	<b>h<sub>c</sub> [m]</b>	<b>l<sub>cl</sub> [m]</b>	<b>l<sub>c</sub>/h<sub>c</sub></b>	<b>v<sub>d</sub></b>	<b>Zona crítica</b>	<b>l<sub>cr,adoptado</sub> [m]</b>
P1	3,50	0,45	3,00	7,78	0,186	Total	3,50
P2	3,50	0,35	3,00	10,00	0,198	Total	3,50
P3	3,50	0,35	3,00	10,00	0,212	Total	3,50
P4	3,50	0,35	3,00	10,00	0,129	Total	3,50
P5	3,50	0,30	3,00	11,67	0,172	Total	3,50
P6	3,50	0,50	3,00	7,00	0,425	Total	3,50
P7	3,50	0,45	3,00	7,78	0,622	Total	3,50
P8	3,50	0,40	3,00	8,75	0,454	Total	3,50
P9	3,50	0,60	3,00	5,83	0,156	Total	3,50
P10	3,50	0,40	3,00	8,75	0,299	Total	3,50
P11	3,50	0,30	3,00	11,67	0,293	Total	3,50
P12	3,50	0,30	3,00	11,67	0,279	Total	3,50
P13	3,50	0,30	3,00	11,67	0,260	Total	3,50
P14	3,50	0,40	3,00	8,75	0,258	Total	3,50
P15	3,50	0,40	3,00	8,75	0,215	Total	3,50
P16	3,50	0,35	3,00	10,00	0,202	Total	3,50
P18	3,50	0,40	3,00	8,75	0,101	Total	3,50
P19	3,50	0,30	3,00	11,67	0,182	Total	3,50
P20	3,50	0,35	3,00	10,00	0,112	Total	3,50
P21	3,50	0,40	3,00	8,75	0,097	Total	3,50
P22	3,50	0,40	3,00	8,75	0,119	Total	3,50
P23	3,50	0,40	3,00	8,75	0,114	Total	3,50
P24	3,50	0,40	3,00	8,75	0,114	Total	3,50
P25	3,50	0,40	3,00	8,75	0,101	Total	3,50
P26	3,50	0,35	3,00	10,00	0,177	Total	3,50
P27	3,50	0,30	3,00	11,67	0,224	Total	3,50
P28	3,50	0,25	3,00	14,00	0,041	Total	3,50
P29	3,50	0,30	3,00	11,67	0,083	Total	3,50
P30	3,50	0,30	3,00	11,67	0,092	Total	3,50
P31	3,50	0,25	3,00	14,00	0,121	Total	3,50
P32	3,50	0,30	3,00	11,67	0,193	Total	3,50
P33	3,50	0,30	3,00	11,67	0,209	Total	3,50
P34	3,50	1,10	3,00	3,18	0,069	Total	3,50

**Tabela A116 - Comprimentos das zonas críticas nos pilares do piso 1.**

<b>Pilar</b>	<b>L [m]</b>	<b>h<sub>c</sub> [m]</b>	<b>l<sub>cl</sub> [m]</b>	<b>l<sub>c</sub>/h<sub>c</sub></b>	<b>v<sub>d</sub></b>	<b>Zona crítica</b>	<b>l<sub>cr,adoptado</sub> [m]</b>
1	3,50	0,45	3,00	7,78	0,119	Ñ ness.	0
2	3,50	0,35	3,00	10,00	0,172	Ñ ness.	0
3	3,50	0,35	3,00	10,00	0,162	Ñ ness.	0
4	3,50	0,35	3,00	10,00	0,087	Ñ ness.	0
5	3,50	0,30	3,00	11,67	0,164	Ñ ness.	0
6	3,50	0,50	3,00	7,00	0,195	Ñ ness.	0
7	3,50	0,45	3,00	7,78	0,390	0,50	1,50
8	3,50	0,40	3,00	8,75	0,399	0,50	0,50
9	3,50	0,60	3,00	5,83	0,155	Ñ ness.	0
10	3,50	0,40	3,00	8,75	0,160	Ñ ness.	0
11	3,50	0,30	3,00	11,67	0,197	Ñ ness.	0
12	3,50	0,30	3,00	11,67	0,206	0,50	Total
13	3,50	0,30	3,00	11,67	0,254	0,50	1,00
14	3,50	0,40	3,00	8,75	0,179	Ñ ness.	0
15	3,50	0,40	3,00	8,75	0,145	Ñ ness.	0
16	3,50	0,35	3,00	10,00	0,139	Ñ ness.	0
18	3,50	0,40	3,00	8,75	0,053	Ñ ness.	0
19	3,50	0,30	3,00	11,67	0,129	Ñ ness.	0
20	3,50	0,35	3,00	10,00	0,061	Ñ ness.	0
21	3,50	0,40	3,00	8,75	0,050	Ñ ness.	0
22	3,50	0,40	3,00	8,75	0,056	Ñ ness.	0
23	3,50	0,40	3,00	8,75	0,054	Ñ ness.	0
24	3,50	0,40	3,00	8,75	0,055	Ñ ness.	0
25	3,50	0,40	3,00	8,75	0,035	Ñ ness.	0
26	3,50	0,35	3,00	10,00	0,145	Ñ ness.	0
27	3,50	0,30	3,00	11,67	0,107	Ñ ness.	0



**Tabela A117 - Comprimentos das zonas críticas nos pilares do piso 2.**

<b>Pilar</b>	<b>L [m]</b>	<b>h<sub>c</sub> [m]</b>	<b>l<sub>cl</sub> [m]</b>	<b>l<sub>c</sub>/h<sub>c</sub></b>	<b>v<sub>d</sub></b>	<b>Zona crítica</b>	<b>l<sub>cr,adoptado</sub> [m]</b>
P1	3,50	0,45	3,00	7,78	0,056	Ñ necess.	0
P2	3,50	0,35	3,00	10,00	0,093	Ñ necess.	0
P3	3,50	0,35	3,00	10,00	0,099	Ñ necess.	0
P4	3,50	0,35	3,00	10,00	0,079	Ñ necess.	0
P5	3,50	0,30	3,00	11,67	0,093	Ñ necess.	0
P6	3,50	0,50	3,00	7,00	0,103	Ñ necess.	0
P7	3,50	0,45	3,00	7,78	0,141	Ñ necess.	0
P8	3,50	0,40	3,00	8,75	0,142	Ñ necess.	0
P9	3,50	0,60	3,00	5,83	0,072	Ñ necess.	0
P10	3,50	0,40	3,00	8,75	0,073	Ñ necess.	0
P11	3,50	0,30	3,00	11,67	0,118	Ñ necess.	0
P12	3,50	0,30	3,00	11,67	0,070	Ñ necess.	0
P13	3,50	0,30	3,00	11,67	0,077	Ñ necess.	0
P14	3,50	0,40	3,00	8,75	0,073	Ñ necess.	0

## Espaçamentos longitudinais máximos para as armaduras transversais dos pilares

Tabela A118 - Espaçamento máximo das armaduras transversais dos pilares dos pisos enterrados.

Pilar	$d_{bl,min}$ [mm]	$b_c$ [m]	300 [mm]	$s_{cl,tmax}$ [mm]	$0,6*s_{cl,tmax}$ [mm]
P1	16	0,30	300	240	144
P2	12	0,30		180	108
P3	25	0,30		300	180
P4	25	0,30		300	180
P5	20	0,30		300	180
P6	16	0,30		240	144
P7	20	0,35		300	180
P10	16	0,30		240	144
P11	16	0,30		240	144
P12	16	0,30		240	144
P14	16	0,30		240	144
P15	16	0,30		240	144
P16	20	0,30		300	180
P18	16	0,30		240	144
P19	16	0,30		240	144
P20	16	0,30		240	144
P21	20	0,30		300	180
P22	16	0,30		240	144
P23	16	0,30		240	144
P24	16	0,30		240	144
P25	16	0,30		240	144
P26	16	0,30		240	144
P27	16	0,30		240	144
P28	12	0,25		180	108
P30	16	0,30		240	144
P31	16	0,25		240	144
P34	20	0,30		300	180
P37	12	0,30		180	108
P38	12	0,30		180	108
P39	12	0,30		180	108
P42	12	0,25		180	108
P43	12	0,30		180	108
P45	12	0,30		180	108
P46	12	0,30		180	108

**Tabela A119 - Espaçamento máximo das armaduras transversais dos pilares do piso 0 fora das zonas críticas.**

Pilar	$d_{bl,min}$ [mm]	$b_c$ [m]	300 [mm]	$S_{cl,tmax}$ [mm]	$0,6*S_{cl,tmax}$ [mm]
P1	16	0,30	300	240	144
P2	12	0,30		180	108
P3	25	0,30		300	180
P4	25	0,30		300	180
P5	20	0,30		300	180
P6	16	0,30		240	144
P7	20	0,30		300	180
P8	20	0,30		300	180
P9	16	0,30		240	144
P10	16	0,30		240	144
P11	16	0,30		240	144
P12	16	0,30		240	144
P13	16	0,30		240	144
P14	16	0,30		240	144
P15	16	0,30		240	144
P16	20	0,30		300	180
P18	16	0,30		240	144
P19	12	0,30		180	108
P20	16	0,30		240	144
P21	20	0,30		300	180
P22	16	0,30		240	144
P23	16	0,30		240	144
P24	16	0,30		240	144
P25	16	0,30		240	144
P26	16	0,30		240	144
P27	16	0,30		240	144
P28	12	0,25		180	108
P29	16	0,25		240	144
P30	16	0,30		240	144
P31	16	0,25		240	144
P32	16	0,30		240	144
P33	16	0,30		240	144
P34	20	0,30		300	180

**Tabela A120 - Espaçamento máximo para as armaduras transversais das zonas críticas dos pilares do piso 0.**

Pilar	$b_o/2$ [mm]	175 [mm]	$8 \cdot d_{bL}$ [mm]	$s_{max}$ [m]
P1	101	175	128	101
P2	101		128	101
P3	101		200	101
P4	101		200	101
P5	101		160	101
P6	101		128	101
P7	126		160	126
P8	101		160	101
P9	101		128	101
P10	101		128	101
P11	101		128	101
P12	101		128	101
P13	101		128	101
P14	101		128	101
P15	101		128	101
P16	101		160	101
P18	101		128	101
P19	101		96	96
P20	101		128	101
P21	101		160	101
P22	101		128	101
P23	101		128	101
P24	101		128	101
P25	101		128	101
P26	101		128	101
P27	101		128	101
P28	76		96	76
P29	76		128	76
P30	101		128	101
P31	76		128	76
P32	101		128	101
P33	101		128	101
P34	101		160	101

**Tabela A121 - Espaçamento máximo para as armaduras transversais dos pilares do piso 1.**

<b>Pilar</b>	<b>d<sub>bl,min</sub> [mm]</b>	<b>b<sub>c</sub> [m]</b>	<b>300 [mm]</b>	<b>S<sub>cl,tmax</sub> [mm]</b>	<b>0,6*S<sub>cl,tmax</sub> [mm]</b>
P1	16	0,30	300	240	144
P2	12	0,30		180	108
P3	25	0,30		300	180
P4	25	0,30		300	180
P5	20	0,30		300	180
P6	16	0,30		240	144
P7	20	0,30		300	180
P8	16	0,30		240	144
P9	16	0,30		240	144
P10	16	0,30		240	144
P11	16	0,30		240	144
P12	16	0,30		240	144
P13	16	0,30		240	144
P14	16	0,30		240	144
P15	16	0,30		240	144
P16	16	0,30		240	144
P18	16	0,30		240	144
P19	12	0,30		180	108
P20	16	0,30		240	144
P21	20	0,30		300	180
P22	16	0,30		240	144
P23	16	0,30		240	144
P24	16	0,30		240	144
P25	16	0,30		240	144
P26	16	0,30		240	144
P27	16	0,30		240	144

**Tabela A122 - Espaçamento máximo para as armaduras transversais das zonas críticas dos pilares do piso 1.**

Pilar	$b_o/2$ [mm]	175 [mm]	$8 \cdot d_{bL}$ [mm]	$s_{max}$ [m]
P1	101	175	160	101
P2	101		96	96
P3	101		200	101
P4	101		200	101
P5	101		160	101
P6	101		128	101
P7	126		160	126
P8	101		160	101
P9	101		128	101
P10	101		160	101
P11	101		160	101
P12	101		160	101
P13	101		160	101
P14	101		160	101
P15	101		160	101
P16	101		160	101
P18	101		128	101
P19	101		96	96
P20	101		160	101
P21	101		160	101
P22	101		128	101
P23	101		160	101
P24	101		160	101
P25	101		160	101
P26	101		160	101
P27	101		160	101

**Tabela A123 - Espaçamento máximo para as armaduras transversais dos pilares do piso 2.**

Pilar	$d_{bl,min}$ [mm]	$b_c$ [m]	300 [mm]	$s_{cl,tmax}$ [mm]	$0,6*s_{cl,tmax}$ [mm]
P1	16	0,3	300	240	144
P2	12	0,3		180	108
P3	25	0,3		300	180
P4	25	0,3		300	180
P5	20	0,3		300	180
P6	16	0,3		240	144
P7	20	0,3		300	180
P8	16	0,3		240	144
P9	16	0,3		240	144
P10	16	0,3		240	144
P11	16	0,3		240	144
P12	16	0,3		240	144
P13	16	0,3		240	144
P14	16	0,3		240	144

**Tabela A124 - Espaçamento máximo para as armaduras transversais das zonas críticas dos pilares do piso 2.**

Pilar	$b_o/2$ [mm]	175 [mm]	$8*d_{bL}$ [mm]	$s_{max}$ [m]
P1	101	175	160	101
P2	101		96	96
P3	101		200	101
P4	101		200	101
P5	101		160	101
P6	101		128	101
P7	126		128	126
P8	101		160	101
P9	101		128	101
P10	101		160	101
P11	101		160	101
P12	101		160	101
P13	101		160	101
P14	101		160	101





## **Anexo 9 – Armaduras – Pilares**

### **Armadura Longitudinal**

**Tabela A125 - Armadura longitudinal dos pilares no piso -3.**

<b>Pilar</b>	<b>A<sub>s,SAP2000</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>Varões da Armadura Longitudinal</b>	<b>A<sub>s,adoptada</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>
P1	13,50	12 Ø 20 + 4 Ø 16	45,74
P2	10,50	8 Ø 20 + 8 Ø 16	41,22
P3	10,50	8 Ø 25	39,27
P4	10,50	8 Ø 25	39,27
P5	9,00	8 Ø 20	25,13
P6	15,00	4 Ø 20 + 8 Ø 16	28,65
P7	15,75	4 Ø 25 + 8 Ø 20	44,77
P10	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P11	9,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P12	15,86	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P14	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P15	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P16	9,00	12 Ø 20	37,70
P18	12,00	12 Ø 16	24,13
P19	14,45	8 Ø 16	16,08
P20	10,50	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P21	12,00	8 Ø 20	25,13
P22	12,00	8 Ø 16	16,08
P23	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P24	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P25	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P26	10,50	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P27	13,50	10 Ø 16	28,65
P28	6,25	4 Ø 16 + 4 Ø 12	12,57
P30	9,00	8 Ø 16	16,08
P31	6,25	8 Ø 16	16,08
P34	33,00	18 Ø 20	56,55
P37	9,00	8 Ø 12	9,05
P38	9,00	8 Ø 12	9,05
P39	9,00	8 Ø 12	9,05
P42	7,50	8 Ø 12	9,05
P43	9,00	8 Ø 12	9,05
P45	9,00	8 Ø 12	9,05
P46	9,00	8 Ø 12	9,05

**Tabela A126 - Armadura longitudinal dos pilares do piso -2.**

<b>Pilar</b>	<b>A<sub>s,SAP2000</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>Varões da Armadura Longitudinal</b>	<b>A<sub>s,adoptada</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>
P1	13,50	12 Ø 20 + 4 Ø 16	45,74
P2	10,50	8 Ø 20 + 8 Ø 16	41,22
P3	10,50	8 Ø 25	39,27
P4	10,50	8 Ø 25	39,27
P5	9,00	8 Ø 20	25,13
P6	15,00	4 Ø 20 + 8 Ø 16	28,65
P7	19,04	4 Ø 25 + 8 Ø 20	44,77
P10	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P11	9,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P12	9,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P14	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P15	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P16	9,00	12 Ø 20	37,70
P18	12,00	12 Ø 16	24,13
P19	9,00	4 Ø 16 + 4 Ø 12	16,08
P20	10,50	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P21	12,00	8 Ø 20	25,13
P22	12,00	8 Ø 16	16,08
P23	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P24	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P25	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P26	10,50	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P27	13,50	10 Ø 16	28,65
P28	6,25	4 Ø 16 + 4 Ø 12	12,57
P30	9,00	8 Ø 16	16,08
P31	6,25	8 Ø 16	16,08
P34	33,00	18 Ø 20	56,55
P37	9,00	8 Ø 12	9,05
P38	9,00	8 Ø 12	9,05
P39	9,00	8 Ø 12	9,05
P42	7,50	8 Ø 12	9,05
P43	9,00	8 Ø 12	9,05
P45	9,00	8 Ø 12	9,05
P46	9,00	8 Ø 12	9,05

**Tabela A127 - Armadura longitudinal dos pilares do piso -1.**

<b>Pilar</b>	<b>A<sub>s,SAP2000</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>Varões da Armadura Longitudinal</b>	<b>A<sub>s,adoptada</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>
P1	13,50	12 Ø 20 + 4 Ø 16	45,74
P2	10,50	8 Ø 20 + 8 Ø 16	41,22
P3	10,50	8 Ø 25	39,27
P4	10,50	8 Ø 25	39,27
P5	9,00	8 Ø 20	25,13
P6	16,74	4 Ø 20 + 8 Ø 16	28,65
P7	19,04	4 Ø 25 + 8 Ø 20	44,77
P10	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P11	9,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P12	9,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P14	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P15	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P16	9,00	12 Ø 20	37,70
P18	12,00	12 Ø 16	24,13
P19	9,00	4 Ø 16 + 4 Ø 12	16,08
P20	10,50	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P21	12,00	8 Ø 20	25,13
P22	12,00	8 Ø 16	16,08
P23	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P24	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P25	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P26	10,50	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P27	13,50	10 Ø 16	28,65
P28	6,25	4 Ø 16 + 4 Ø 12	12,57
P30	9,00	8 Ø 16	16,08
P31	6,25	8 Ø 16	16,08
P34	33,00	18 Ø 20	56,55
P37	9,00	8 Ø 12	9,05
P38	9,00	8 Ø 12	9,05
P39	9,00	8 Ø 12	9,05
P42	7,50	8 Ø 12	9,05
P43	9,00	8 Ø 12	9,05
P45	9,00	8 Ø 12	9,05
P46	9,00	8 Ø 12	9,05

**Tabela A128 - Armadura longitudinal dos pilares do piso 0.**

<b>Pilar</b>	<b>A<sub>s,SAP2000</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>Varões da Armadura Longitudinal</b>	<b>A<sub>s,adoptada</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>
P1	21,37	12 Ø 20 + 4 Ø 16	45,74
P2	16,75	8 Ø 20 + 8 Ø 16	41,22
P3	13,07	8 Ø 25	39,27
P4	16,33	8 Ø 25	39,27
P5	13,29	8 Ø 20	25,13
P6	25,84	4 Ø 20 + 8 Ø 16	28,65
P7	41,59	4 Ø 25 + 8 Ø 20	44,77
P8	30,48	12 Ø 20	37,70
P9	18,33	16 Ø 16	32,17
P10	20,17	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P11	18,62	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P12	14,74	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P13	18,91	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P14	16,76	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P15	13,64	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P16	33,64	12 Ø 20	37,70
P18	20,54	12 Ø 16	24,13
P19	10,70	4 Ø 16 + 4 Ø 12	12,57
P20	15,49	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P21	18,11	8 Ø 20	25,13
P22	13,84	8 Ø 16	16,08
P23	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P24	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P25	12,00	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P26	12,33	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P27	19,68	4 Ø 20 + 8 Ø 16	28,65
P28	10,75	4 Ø 16 + 4 Ø 12	12,57
P29	12,78	8 Ø 16	16,08
P30	13,77	8 Ø 16	16,08
P31	11,84	8 Ø 16	16,08
P32	13,29	8 Ø 16	16,08
P33	13,64	8 Ø 16	16,08
P34	54,69	18 Ø 20	56,55

**Tabela A129 - Armadura longitudinal dos pilares do piso 1.**

<b>Pilar</b>	<b>A<sub>s,SAP2000</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>Varões da Armadura Longitudinal</b>	<b>A<sub>s,adoptada</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>
P1	21,87	12 Ø 20 + 4 Ø 16	45,74
P2	18,64	8 Ø 20 + 8 Ø 16	41,22
P3	12,06	8 Ø 25	39,27
P4	13,38	8 Ø 25	39,27
P5	10,37	8 Ø 20	25,13
P6	16,68	12 Ø 16	24,13
P7	25,23	12 Ø 20	37,70
P8	15,94	4 Ø 20 + 8 Ø 16	28,65
P9	18,00	16 Ø 16	32,17
P10	20,33	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P11	15,90	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P12	10,84	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P13	17,24	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P14	19,98	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P15	19,79	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P16	27,14	4 Ø 20 + 8 Ø 16	28,65
P18	21,76	12 Ø 16	24,13
P19	9,00	8 Ø 12	9,05
P20	17,60	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P21	16,56	8 Ø 20	25,13
P22	15,80	8 Ø 16	16,08
P23	16,61	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P24	16,80	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P25	18,71	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P26	16,41	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P27	21,02	4 Ø 20 + 8 Ø 16	28,65

**Tabela A130 - Armadura longitudinal dos pilares do piso 2.**

<b>Pilar</b>	<b>A<sub>s,SAP2000</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>Varões da Armadura Longitudinal</b>	<b>A<sub>s,adoptada</sub> [cm<sup>2</sup>]</b>
P1	38,17	12 Ø 20 + 4 Ø 16	45,74
P2	40,14	8 Ø 20 + 8 Ø 16	41,22
P3	33,17	8 Ø 25	39,27
P4	39,17	8 Ø 25	39,27
P5	21,10	8 Ø 20	25,13
P6	21,27	12 Ø 16	24,13
P7	19,69	12 Ø 16	24,13
P8	25,95	4 Ø 20 + 8 Ø 16	28,65
P9	29,76	16 Ø 16	32,17
P10	17,15	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P11	17,88	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P12	18,48	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P13	20,59	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61
P14	19,75	4 Ø 20 + 4 Ø 16	20,61

## Armadura Transversal

Tabela A131 - Armadura transversal dos pilares dos pisos enterrados (parte 1).

Pilar	Piso	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm²]		Direcção X				Direcção Y				A <sub>s,adoptada</sub> [cm²]	
		Direcção X	Direcção Y	Geral				Geral				Direcção X	Direcção Y
				Varões da Armadura Transversal				Varões da Armadura Transversal					
				Cintas Exteriores		Cintas Interiores		Cintas Exteriores		Cintas Interiores			
P1	-1	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	-	-	16,08	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	-	-	16,08	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	-	-	16,08	8,04
P2	-1	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	16,08	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	16,08	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	16,08	8,04
P3	-1	0,00	0,00	2r 8 //	0,175	-	-	2r 8 //	0,175	-	-	5,74	5,74
	-2	9,34	0,00	2r 8 //	0,100	-	-	2r 8 //	0,100	-	-	10,05	10,05
	-3	0,00	0,00	2r 8 //	0,175	-	-	2r 8 //	0,175	-	-	5,74	5,74
P4	-1	0,00	0,00	2r 8 //	0,175	-	-	2r 8 //	0,175	-	-	5,74	5,74
	-2	0,00	0,00	2r 8 //	0,175	-	-	2r 8 //	0,175	-	-	5,74	5,74
	-3	0,00	0,00	2r 8 //	0,175	-	-	2r 8 //	0,175	-	-	5,74	5,74
P5	-1	0,00	0,00	2r 8 //	0,175	-	-	2r 8 //	0,175	-	-	5,74	5,74
	-2	0,00	0,00	2r 8 //	0,175	-	-	2r 8 //	0,175	-	-	5,74	5,74
	-3	0,00	0,00	2r 8 //	0,175	-	-	2r 8 //	0,175	-	-	5,74	5,74
P6	-1	6,64	3,95	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	8,04	8,04
	-2	3,79	3,79	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	8,04	8,04
P7	-1	16,89	4,19	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	20,11	20,11
	-2	16,49	4,15	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	16,08	16,08
	-3	0,00	4,70	2r 8 //	0,175	2r 8 //	0,175	2r 8 //	0,175	2r 8 //	0,175	11,49	11,49
P10	-1	4,83	4,83	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	8,04	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	8,04	8,04
P11	-1	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	8,04	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 //	0,125	-	-	2r 8 //	0,125	-	-	8,04	8,04

Tabela A132 - Armadura transversal dos pilares dos pisos enterrados (parte 2).

Pilar	Piso	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm²]		Direcção X		Direcção Y		A <sub>s,adoptada</sub> [cm²]	
		Direcção X	Direcção Y	Geral		Geral		Direcção X	Direcção Y
				Varões da Armadura Transversal		Varões da Armadura Transversal			
				Cintas Exteriores	Cintas Interiores	Cintas Exteriores	Cintas Interiores		
P12	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P14	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-2	12,51	12,51	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,125	-	13,40	8,04
	-3	12,10	12,10	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,125	-	13,40	8,04
P15	-1	10,02	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-2	10,46	0,00	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,075	-	13,40	13,40
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,175	-	2r 8 // 0,175	-	5,74	5,74
P16	-1	5,66	0,00	2r 8 // 0,175	-	2r 8 // 0,175	-	5,74	5,74
	-2	5,69	0,00	2r 8 // 0,175	-	2r 8 // 0,175	-	5,74	5,74
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,175	-	2r 8 // 0,175	-	5,74	5,74
P18	-1	26,25	26,25	2r 10 // 0,050	-	2r 10 // 0,050	-	31,42	31,42
	-2	28,11	28,11	2r 10 // 0,050	-	2r 10 // 0,050	-	31,42	31,42
	-3	26,77	19,45	2r 10 // 0,075	-	2r 10 // 0,075	-	20,94	20,94
P19	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P20	-1	15,49	18,54	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,075	-	13,40	13,40
	-2	16,79	19,92	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,075	-	13,40	13,40
	-3	16,26	19,10	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,075	-	13,40	13,40
P21	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,175	-	2r 8 // 0,175	-	5,74	5,74
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,175	-	2r 8 // 0,175	-	5,74	5,74
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,175	-	2r 8 // 0,175	-	5,74	5,74
P22	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04



Tabela A133 - Armadura transversal dos pilares dos pisos enterrados (parte 3).

Pilar	Piso	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm²]		Direcção X		Direcção Y		A <sub>s,adoptada</sub> [cm²]	
		Direcção X	Direcção Y	Geral		Geral		Direcção X	Direcção Y
				Varões da Armadura Transversal		Varões da Armadura Transversal			
				Cintas Exteriores	Cintas Interiores	Cintas Exteriores	Cintas Interiores		
P23	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P24	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P25	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P26	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P27	-1	4,92	4,92	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P28	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P30	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P31	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,125	-	2r 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P34	-1	5,64	5,64	2r 8 // 0,175	-	2r 8 // 0,175	2r 8 // 0,175	5,74	11,49
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,175	-	2r 8 // 0,175	2r 8 // 0,175	5,74	11,49
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,175	-	2r 8 // 0,175	2r 8 // 0,175	5,74	11,49

**Tabela A134 - Armadura transversal dos pilares dos pisos enterrados (parte 4).**

Pilar	Piso	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm²]		Direcção X		Direcção Y		A <sub>s,adoptada</sub> [cm²]	
		Direcção X	Direcção Y	Geral		Geral		Direcção X	Direcção Y
				Varões da Armadura Transversal		Varões da Armadura Transversal			
				Cintas Exteriores	Cintas Interiores	Cintas Exteriores	Cintas Interiores		
P37	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P38	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P39	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P42	-1	8,08	8,08	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P43	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P45	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-2	10,73	10,73	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,075	-	13,40	13,40
	-3	10,26	10,26	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,075	-	13,40	13,40
P46	-1	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-2	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
	-3	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05

Tabela A135 - Armadura transversal dos pilares do piso 0 (parte 1).

Pilar	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm²]		Direcção X				Direcção Y				A <sub>s,adoptada</sub> [cm²]	
	Direcção X	Direcção Y	Zona Crítica (Total)				Zona Crítica (Total)				Direcção X	Direcção Y
			Varões da Armadura Transversal				Varões da Armadura Transversal					
			Cintas Exteriores		Cintas Interiores		Cintas Exteriores		Cintas Interiores			
P1	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	-	20,11	10,05	
P2	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	-	20,11	10,05	
P3	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	1r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	-	15,08	10,05	
P4	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	1r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	-	15,08	10,05	
P5	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	1r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	1r 8 //	0,100	15,08	15,08
P6	10,36	5,86	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	-	20,11	10,05	
P7	5,97	3,54	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	2r 8 //	0,125	16,08	16,08
P8	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	-	20,11	10,05	
P9	10,36	0,00	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	3r 8 //	0,100	20,11	25,13
P10	13,59	8,85	2r 8 //	0,100	1r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	-	15,08	10,05	
P11	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	-		2r 8 //	0,100	-	10,05	10,05	
P12	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	-		2r 8 //	0,100	-	10,05	10,05	
P13	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	-		2r 8 //	0,100	-	10,05	10,05	
P14	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	-		2r 8 //	0,100	1r 8 //	0,100	10,05	15,08
P15	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	-		2r 8 //	0,100	1r 8 //	0,100	10,05	15,08
P16	7,06	5,98	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	-	20,11	10,05	
P18	0,00	0,00	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	2r 8 //	0,100	-	20,11	10,05	

**Tabela A136 - Armadura transversal dos pilares do piso 0 (parte 2).**

Pilar	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm²]		Direcção X		Direcção Y		A <sub>s,adoptada</sub> [cm²]	
	Direcção X	Direcção Y	Zona Crítica (Total)		Zona Crítica (Total)		Direcção X	Direcção Y
			Varões da Armadura Transversal		Varões da Armadura Transversal			
			Cintas Exteriores	Cintas Interiores	Cintas Exteriores	Cintas Interiores		
P19	0,00	0,00	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,075	-	13,40	13,40
P20	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	1r 8 // 0,100	2r 8 // 0,100	-	15,08	10,05
P21	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	1r 8 // 0,100	2r 8 // 0,100	-	15,08	10,05
P22	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	1r 8 // 0,100	2r 8 // 0,100	-	15,08	10,05
P23	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	1r 8 // 0,100	2r 8 // 0,100	-	15,08	10,05
P24	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	1r 8 // 0,100	2r 8 // 0,100	-	15,08	10,05
P25	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	1r 8 // 0,100	2r 8 // 0,100	-	15,08	10,05
P26	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	1r 8 // 0,100	2r 8 // 0,100	-	15,08	10,05
P27	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P28	0,00	0,00	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,075	-	13,40	13,40
P29	0,00	0,00	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,075	-	13,40	13,40
P30	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P31	0,00	0,00	2r 8 // 0,075	-	2r 8 // 0,075	-	13,40	13,40
P32	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P33	8,72	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P34	0,00	0,00	2r 8 // 0,100	-	2r 8 // 0,100	6r 8 // 0,100	10,05	40,21

Tabela A137 - Armadura transversal nas zonas críticas dos pilares do piso 1.

Pilar	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]		l <sub>cr</sub> [m]		Direcção X				Direcção Y				A <sub>s,adoptada</sub> [cm <sup>2</sup> ]	
	Direcção X	Direcção Y			Zona Crítica				Zona Crítica				Direcção X	Direcção Y
			Varões da Armadura Transversal				Varões da Armadura Transversal							
			Cintas Exteriores		Cintas Interiores		Cintas Exteriores		Cintas Interiores					
P1	0,00	0,00	Total		2 8 //	0,100	2 8 //	0,100	2 8 //	0,100	-		20,11	10,05
P7	2,97	13,38	1,50	0,50	2 8 //	0,125	2 8 //	0,125	2 8 //	0,125	2 8 //	0,125	16,08	16,08
P8	0,00	0,00	0,50		2 8 //	0,100	2 8 //	0,100	2 8 //	0,100	-		20,11	10,05
P12	0,00	0,00	Total		2 8 //	0,100	-		2 8 //	0,100	-		10,05	10,05
P13	0,00	0,00	1,00	0,50	2 8 //	0,100	-		2 8 //	0,100	-		10,05	10,05
P15	0,00	0,00	Total		2 8 //	0,100	-		2 8 //	0,100	1 8 //	0,100	10,05	15,08
P16	9,66	0,00	Total		2 8 //	0,100	2 8 //	0,100	2 8 //	0,100	-		20,11	10,05
P20	0,00	0,00	Total		2 8 //	0,100	1 8 //	0,100	2 8 //	0,100	-		15,08	10,05
P21	0,00	0,00	Total		2 8 //	0,100	1 8 //	0,100	2 8 //	0,100	-		15,08	10,05
P22	0,00	0,00	Total		2 8 //	0,100	1 8 //	0,100	2 8 //	0,100	-		15,08	10,05
P23	0,00	0,00	Total		2 8 //	0,100	1 8 //	0,100	2 8 //	0,100	-		15,08	10,05
P24	0,00	0,00	Total		2 8 //	0,100	1 8 //	0,100	2 8 //	0,100	-		15,08	10,05
P25	0,00	0,00	Total		2 8 //	0,100	1 8 //	0,100	2 8 //	0,100	-		15,08	10,05
P26	0,00	0,00	Total		2 8 //	0,100	1 8 //	0,100	2 8 //	0,100	-		15,08	10,05
P27	0,00	0,00	Total		2 8 //	0,100	-		2 8 //	0,100	-		10,05	10,05

Tabela A138 - Armadura transversal geral dos pilares do piso 1.

Pilar	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm²]		Direcção X		Direcção Y		A <sub>s,adoptada</sub> [cm²]	
	Direcção X	Direcção Y	Geral		Geral		Direcção X	Direcção Y
			Varões da Armadura Transversal		Varões da Armadura Transversal			
			Cintas Exteriores	Cintas Interiores	Cintas Exteriores	Cintas Interiores		
P2	0,00	0,00	2 8 // 0,100	-	2 8 // 0,100	-	20,11	10,05
P3	0,00	0,00	2 8 // 0,175	-	2 8 // 0,175	-	5,74	5,74
P4	0,00	0,00	2 8 // 0,175	-	2 8 // 0,175	-	5,74	5,74
P5	0,00	0,00	2 8 // 0,125	-	2 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P6	0,00	0,00	2 8 // 0,125	-	2 8 // 0,125	-	16,08	8,04
P7	2,97	13,38	2 8 // 0,175	-	2 8 // 0,150	2 8 // 0,150	5,74	13,40
P8	0,00	0,00	2 8 // 0,175	-	2 8 // 0,175	-	11,49	5,74
P9	9,89	0,00	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	16,08	16,08
P10	0,00	9,47	2 8 // 0,075	-	2 8 // 0,075	-	13,40	13,40
P11	0,00	4,50	2 8 // 0,125	-	2 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P13	0,00	0,00	2 8 // 0,175	-	2 8 // 0,175	-	5,74	5,74
P14	0,00	0,00	2 8 // 0,175	-	2 8 // 0,175	-	5,74	5,74
P18	0,00	0,00	2 8 // 0,125	-	2 8 // 0,125	-	16,08	8,04
P19	0,00	0,00	2 8 // 0,100	-	2 8 // 0,100	-	10,05	10,05

**Tabela A139 - Armadura transversal nas zonas críticas dos pilares do piso 2.**

Pilar	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm <sup>2</sup> ]		l <sub>cr</sub> [m]		Direcção X		Direcção Y		A <sub>s,adoptada</sub> [cm <sup>2</sup> ]	
	Direcção X	Direcção Y			Zona Crítica		Zona Crítica		Direcção X	Direcção Y
			Topo	Base	Varões da Armadura Transversal		Varões da Armadura Transversal			
					Cintas Exteriores	Cintas Interiores	Cintas Exteriores	Cintas Interiores		
P1	0,00	0,00	Total		2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	2 8 // 0,100	-	20,11	10,05
P12	0,00	0,00	Total		2 8 // 0,100	-	2 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P13	0,00	0,00	1,00	0,50	2 8 // 0,100	-	2 8 // 0,100	-	10,05	10,05

**Tabela A140 - Armadura transversal geral dos pilares do piso 2.**

Pilar	A <sub>s,SAP2000</sub> [cm²]		Direcção X		Direcção Y		A <sub>s,adoptada</sub> [cm²]	
	Direcção X	Direcção Y	Geral		Geral		Direcção X	Direcção Y
			Varões da Armadura Transversal		Varões da Armadura Transversal			
			Cintas Exteriores	Cintas Interiores	Cintas Exteriores	Cintas Interiores		
P2	0,00	0,00	2 8 // 0,100	-	2 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P3	0,00	10,72	2 8 // 0,075	-	2 8 // 0,075	-	13,40	13,40
P4	0,00	0,00	2 8 // 0,175	-	2 8 // 0,175	-	5,74	5,74
P5	0,00	0,00	2 8 // 0,125	-	2 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P6	0,00	0,00	2 8 // 0,125	-	2 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P7	0,00	9,97	2 8 // 0,100	-	2 8 // 0,100	-	10,05	10,05
P8	0,00	0,00	2 8 // 0,125		2 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P9	12,00	0,00	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	2 8 // 0,125	16,08	16,08
P10	0,00	0,00	2 8 // 0,125	-	2 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P11	3,72	4,79	2 8 // 0,125	-	2 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P13	0,00	0,00	2 8 // 0,125	-	2 8 // 0,125	-	8,04	8,04
P14	0,00	0,00	2 8 // 0,125	-	2 8 // 0,125	-	8,04	8,04

## Verificação da ductilidade local

Tabela A141 - Verificação da ductilidade local dos pilares do piso 0 (parte 1).

Pilar	b <sub>c</sub> [m]	b <sub>o</sub> [mm]	h <sub>c</sub> [m]	h <sub>o</sub> [mm]	v <sub>d</sub>	μ <sub>Ø</sub>	ε <sub>sy,d</sub>	ω <sub>wd</sub>	V <sub>w</sub> [cm <sup>3</sup> ]	α <sub>n</sub>	α <sub>s</sub>	α	α*ω <sub>wd</sub>	30μ <sub>Ø</sub> v <sub>d</sub> ε <sub>sy,d</sub> (b <sub>c</sub> /b <sub>o</sub> )-0,035
P1	0,30	202	0,45	352	0,186	3,21278	0,00275	0,303	99,02	0,615	0,646	0,397	0,120	0,038
P2	0,30	202	0,35	252	0,198			0,356	83,44	0,625	0,603	0,377	0,134	0,043
P3	0,30	202	0,35	252	0,212			0,238	55,79	0,579	0,603	0,349	0,083	0,049
P4	0,30	202	0,35	252	0,129			0,238	55,79	0,579	0,603	0,349	0,083	0,016
P5	0,30	202	0,30	202	0,172			0,396	74,39	0,693	0,566	0,392	0,155	0,033
P6	0,30	202	0,50	402	0,425			0,269	100,53	0,704	0,659	0,464	0,125	0,132
P7	0,35	252	0,45	352	0,622			0,296	150,80	0,783	0,618	0,485	0,143	0,194
P8	0,30	202	0,40	302	0,454			0,310	86,96	0,653	0,628	0,410	0,127	0,144
P9	0,60	502	0,30	202	0,156			0,279	130,14	0,748	0,678	0,507	0,141	0,014
P10	0,30	202	0,40	302	0,299			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,083
P11	0,30	202	0,30	202	0,293			0,230	43,23	0,385	0,566	0,218	0,050	0,080
P12	0,30	202	0,30	202	0,279			0,230	43,23	0,385	0,566	0,218	0,050	0,075
P13	0,30	202	0,30	202	0,260			0,230	43,23	0,385	0,566	0,218	0,050	0,067
P14	0,40	302	0,30	202	0,258			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,055
P15	0,40	302	0,30	202	0,215			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,040
P16	0,30	202	0,35	252	0,202			0,339	79,42	0,667	0,603	0,402	0,136	0,045
P18	0,30	202	0,40	302	0,101			0,308	86,46	0,689	0,628	0,433	0,133	0,005
P19	0,30	202	0,30	202	0,182			0,311	43,73	0,359	0,663	0,238	0,074	0,037
P20	0,30	202	0,35	252	0,112			0,248	58,01	0,559	0,603	0,337	0,083	0,009
P21	0,30	202	0,40	302	0,097			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,003
P22	0,30	202	0,40	302	0,119			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,012
P23	0,30	202	0,40	302	0,114			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,010
P24	0,30	202	0,40	302	0,114			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,010
P25	0,30	202	0,40	302	0,101			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,005
P26	0,30	202	0,35	252	0,177			0,269	63,03	0,471	0,603	0,284	0,076	0,035



**Tabela A142 - Verificação da ductilidade local dos pilares do piso 0 (parte 2).**

Pilar	b <sub>c</sub> [m]	b <sub>o</sub> [mm]	h <sub>c</sub> [m]	h <sub>o</sub> [mm]	v <sub>d</sub>	μ <sub>Ø</sub>	ε <sub>sy,d</sub>	ω <sub>wd</sub>	V <sub>w</sub> [cm <sup>3</sup> ]	α <sub>n</sub>	α <sub>s</sub>	α	α*ω <sub>wd</sub>	30μ <sub>Ø</sub> v <sub>d</sub> ε <sub>sy,d</sub> (b <sub>c</sub> /b <sub>o</sub> )-0,035
P27	0,30	202	0,30	202	0,224	3,21278	0,00275	0,228	42,73	0,385	0,566	0,218	0,050	0,053
P28	0,25	152	0,25	152	0,041			0,296	23,62	0,723	0,567	0,410	0,122	-0,017
P29	0,25	152	0,30	202	0,083			0,365	38,70	0,337	0,613	0,206	0,075	0,001
P30	0,30	202	0,30	202	0,092			0,233	43,73	0,359	0,566	0,204	0,047	0,001
P31	0,25	152	0,25	152	0,121			0,423	33,68	0,368	0,567	0,209	0,088	0,018
P32	0,30	202	0,30	202	0,193			0,233	43,73	0,359	0,566	0,204	0,047	0,041
P33	0,30	202	0,30	202	0,209			0,233	43,73	0,359	0,566	0,204	0,047	0,047
P34	1,10	1002	0,30	202	0,069			0,257	239,26	0,701	0,715	0,501	0,129	-0,015

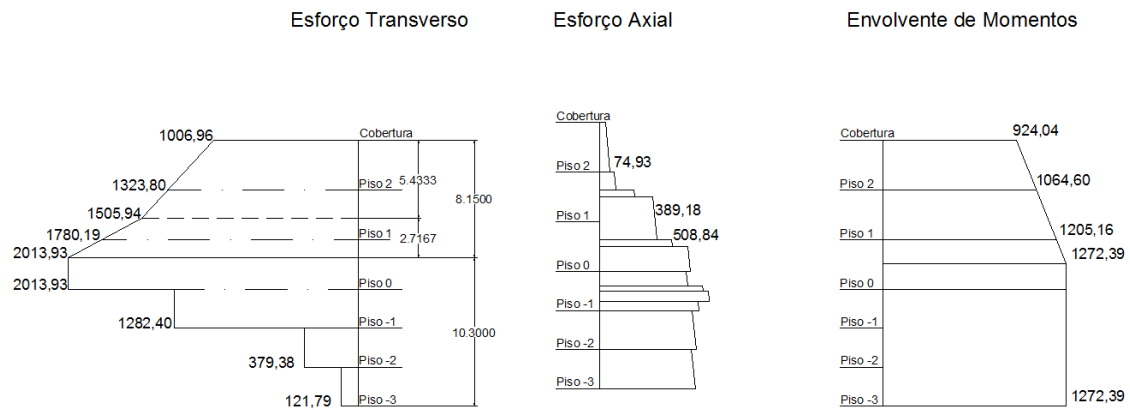
**Tabela A143 - Verificação da ductilidade local dos pilares do piso 1.**

Pilar	b <sub>c</sub> [m]	b <sub>o</sub> [mm]	h <sub>c</sub> [m]	h <sub>o</sub> [mm]	v <sub>d</sub>	μ <sub>Ø</sub>	ε <sub>sy,d</sub>	ω <sub>wd</sub>	V <sub>w</sub> [cm <sup>3</sup> ]	α <sub>n</sub>	α <sub>s</sub>	α	α*ω <sub>wd</sub>	30μ <sub>Ø</sub> v <sub>d</sub> ε <sub>sy,d</sub> (b <sub>c</sub> /b <sub>o</sub> )-0,035
P1	0,30	202	0,45	352	0,186	3,21278	0,00275	0,303	99,02	0,615	0,646	0,397	0,120	0,038
P7	0,35	252	0,45	352	0,622			0,296	150,80	0,783	0,618	0,485	0,143	0,194
P8	0,30	202	0,40	302	0,454			0,310	86,96	0,653	0,628	0,410	0,127	0,144
P12	0,30	202	0,30	202	0,279			0,230	43,23	0,385	0,566	0,218	0,050	0,075
P13	0,30	202	0,30	202	0,260			0,230	43,23	0,385	0,566	0,218	0,050	0,067
P15	0,40	302	0,30	202	0,215			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,040
P16	0,30	202	0,35	252	0,202			0,339	79,42	0,667	0,603	0,402	0,136	0,045
P20	0,30	202	0,35	252	0,112			0,248	58,01	0,559	0,603	0,337	0,083	0,009
P21	0,30	202	0,40	302	0,097			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,003
P22	0,30	202	0,40	302	0,119			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,012
P23	0,30	202	0,40	302	0,114			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,010
P24	0,30	202	0,40	302	0,114			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,010
P25	0,30	202	0,40	302	0,101			0,225	63,03	0,558	0,628	0,350	0,079	0,004
P26	0,30	202	0,35	252	0,177			0,269	63,03	0,471	0,603	0,284	0,076	0,035
P27	0,30	202	0,30	202	0,224			0,228	42,73	0,385	0,566	0,218	0,050	0,053

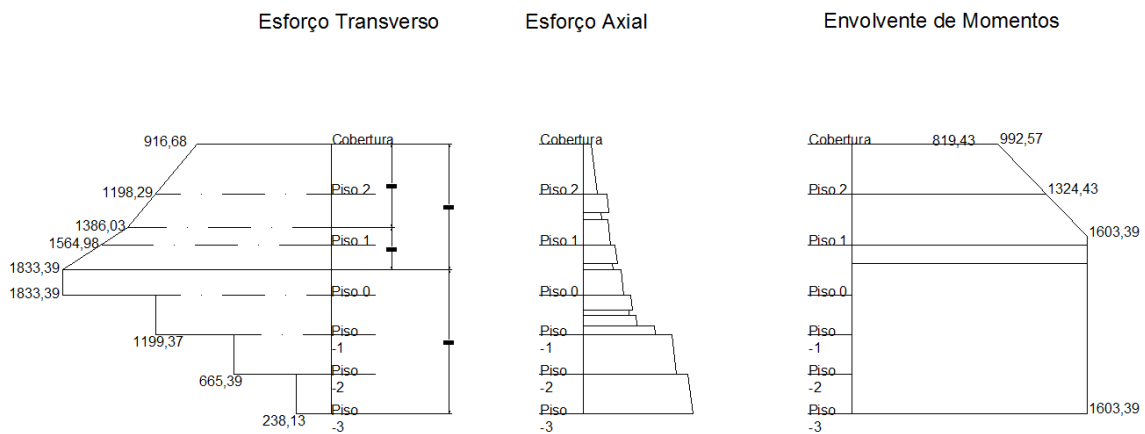
**Tabela A144 - Verificação da ductilidade local dos pilares do piso 2.**

Pilar	b <sub>c</sub> [m]	b <sub>o</sub> [mm]	h <sub>c</sub> [m]	h <sub>o</sub> [mm]	v <sub>d</sub>	μ <sub>Ø</sub>	ε <sub>sy,d</sub>	ω <sub>wd</sub>	V <sub>w</sub> [cm <sup>3</sup> ]	α <sub>n</sub>	α <sub>s</sub>	α	α*ω <sub>wd</sub>	30μ <sub>Ø</sub> v <sub>d</sub> ε <sub>sy,d</sub> (b <sub>c</sub> /b <sub>o</sub> )-0,035
P1	0,30	202	0,45	352	0,186	3,21278	0,00275	0,303	99,02	0,615	0,646	0,397	0,120	0,038
P12	0,30	202	0,30	202	0,279			0,230	43,23	0,385	0,566	0,218	0,050	0,075
P13	0,30	202	0,30	202	0,260			0,230	43,23	0,385	0,566	0,218	0,050	0,067

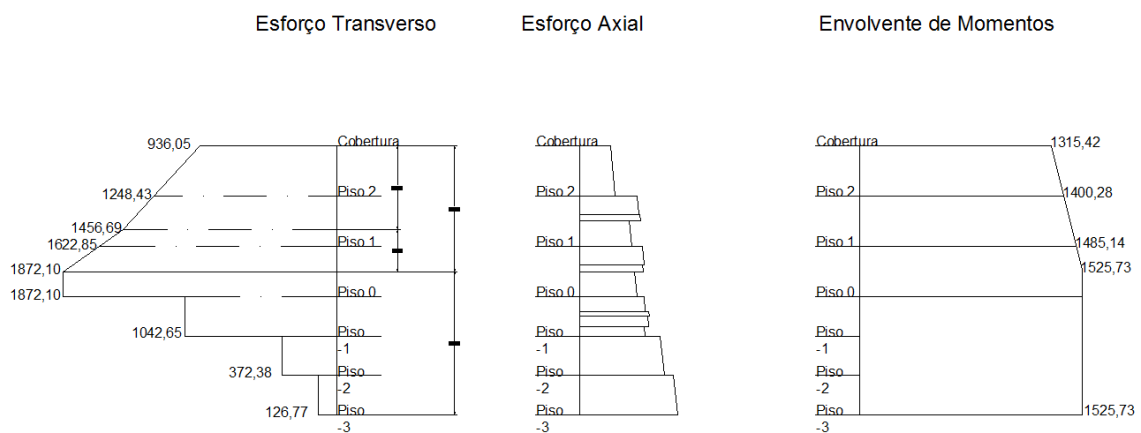
## **Anexo 10 – Diagramas utilizados para o cálculo das paredes do núcleo**



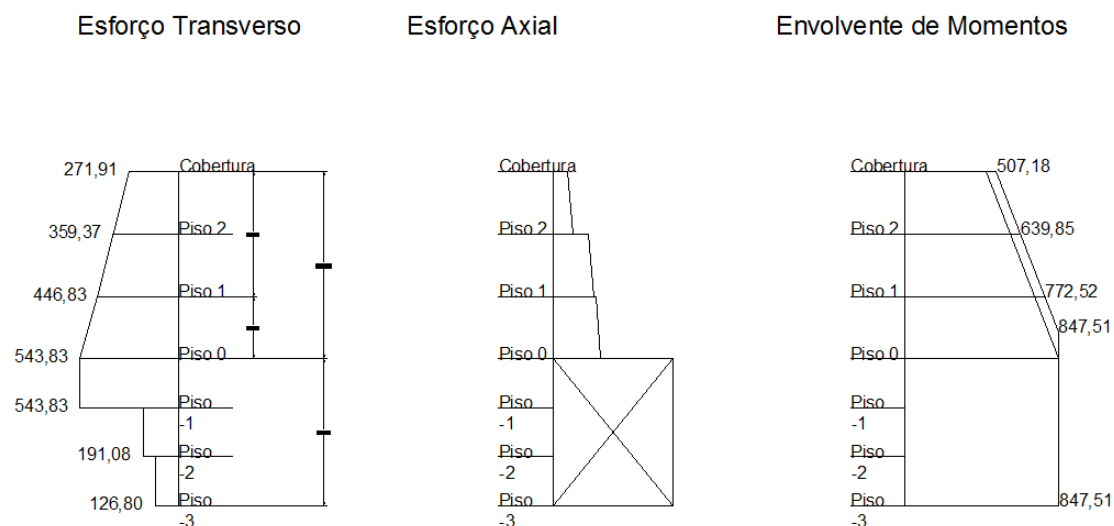
**Figura A2 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 1 da caixa de elevador 1.**



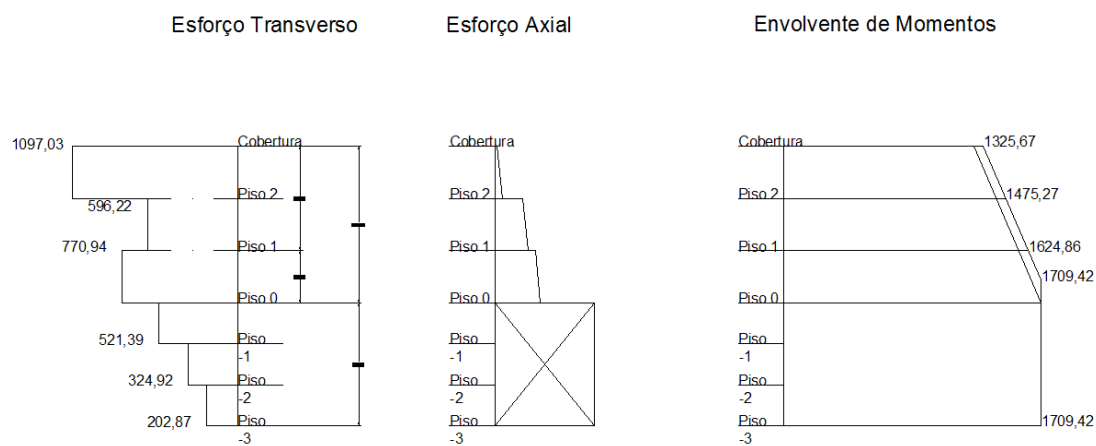
**Figura A3 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 2 da caixa de elevador 1.**



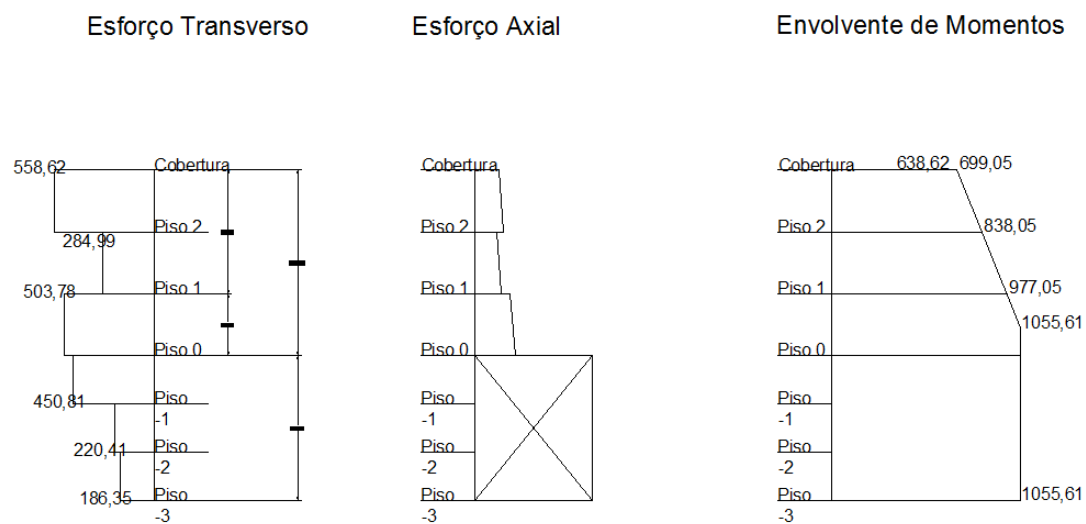
**Figura A4 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 3 da caixa de elevador 1.**



**Figura A5 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 1 da caixa de elevador 2.**



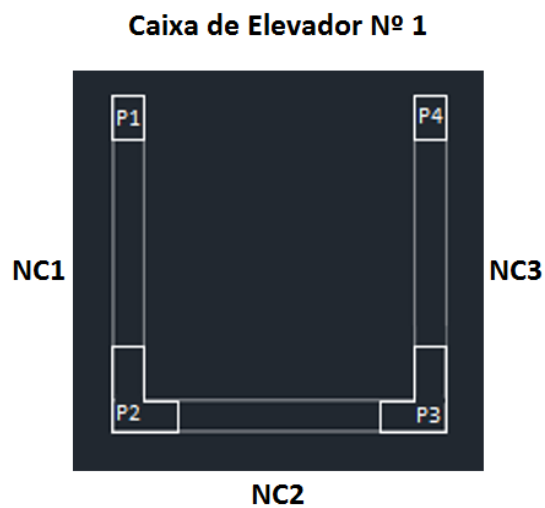
**Figura A6 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 2 da caixa de elevador 2.**



**Figura A7 - Diagramas utilizados para o cálculo do núcleo 3 da caixa de elevador 2.**

## **Anexo 11 – Cálculos das Paredes Estruturais**

### **Caixa de Elevador 1**



**Figura A8 - Definição dos núcleos e pilares fictícios da caixa de elevador 1.**

**Tabela A145 – Características dos núcleos da caixa de elevador 1.**

<b>Núcleo</b>	<b><math>l_{\text{pilar fict.}}</math> [m]</b>	<b><math>l_x</math> [m]</b>	<b><math>l_y</math> [m]</b>	<b><math>z</math> [m]</b>	<b><math>A_{c, \text{ pilar fict.}}</math> [m<sup>2</sup>]</b>	<b><math>h_w</math> [m]</b>	<b><math>h_{cr}</math> [m]</b>
NC1	0,40	0,24	2,20	1,80	0,10	10,50	2,20
NC2	0,40	2,15	0,24	1,75	0,10	10,50	2,15
NC3	0,40	0,24	2,20	1,80	0,10	10,50	2,20

**Tabela A146 - Armadura longitudinal necessária para os pilares fictícios de cada núcleo da caixa de elevador 1.**

Elemento	Troço	N <sub>Ed</sub> [kN]		M <sub>Ed,x</sub> [kN.m]	M <sub>Ed,y</sub> [kN.m]	F <sub>s,max</sub> [kN]	A <sub>c</sub> [m²]	v <sub>d</sub>	A <sub>s,vmin</sub> Pilar Fictício [cm²]	A <sub>s,v</sub> Pilar Fictício [cm²]
		Min	(G + Ψ <sub>E</sub> *Q)*0,50	F <sub>s,max</sub>	F <sub>s,max</sub>					
NC1	Piso -3 a Piso 1	-2370,99	-254,42	1272,39	-	579,67	0,53	0,225	4,80	13,33
	Piso 1 a Piso 2		-194,59	1205,16	-	572,24				13,16
	Piso 2 a Cob		-37,46	1064,60	-	572,71				13,17
NC2	Piso -3 a Piso 2	-3615,98	-90,13	-	1603,39	871,16	0,52	0,350	4,80	20,04
	Piso 2 a Cob		-45,43	-	1324,43	734,10				16,88
NC3	Piso -3 a Piso 1	-3581,44	-188,47	1525,73	-	753,39	0,53	0,339	4,80	17,33
	Piso 1 a Piso 2		-179,08	1485,14	-	735,54				16,92
	Piso 2 a Cob		-122,48	1400,28	-	716,70				16,48

**Tabela A147 - Armadura e respectiva taxa adoptada para os pilares fictícios da caixa de elevador 1.**

Troço	Pilar Fictício	A <sub>s,vmin</sub> [cm²]	A <sub>s,v</sub> [cm²]	Varões	A <sub>varões</sub> [cm²]	ρ <sub>v</sub> [%]
Piso -3 a Piso 1	P1	4,80	13,33	4 Ø 16 + 6 Ø 12	14,83	1,54
	P2	6,72	33,37	8 Ø 20 + 4 Ø 16	33,18	2,47
	P3	6,72	37,36	12 Ø 20	37,70	2,80
	P4	4,80	17,33	10 Ø 16	20,11	2,09
Piso 1 a Piso 2	P1	4,80	13,16	4 Ø 16 + 4 Ø 12	12,57	1,31
	P2	6,72	33,20	8 Ø 20 + 4 Ø 16	33,18	2,47
	P3	6,72	36,95	12 Ø 20	37,70	2,80
	P4	4,80	16,92	10 Ø 16	20,11	2,09
Piso 2 a Cob	P1	4,80	13,17	4 Ø 16 + 4 Ø 12	12,57	1,31
	P2	6,72	30,06	8 Ø 20 + 4 Ø 16	33,18	2,47
	P3	6,72	33,37	8 Ø 20 + 4 Ø 16	33,18	2,47
	P4	4,80	16,48	8 Ø 16	16,08	1,68

**Tabela A148 – Armadura de alma longitudinal adoptada para a alma das paredes da caixa de elevador 1.**

Troço	Elemento	Ac Alma Parede [m <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vmin</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Varões	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]
Todos	NC1	0,34	6,72	12 Ø 10	9,42
	NC2	0,32	6,48	16 Ø 10	12,57
	NC3	0,34	6,72	12 Ø 10	9,42

**Tabela A149 - Armadura longitudinal total das paredes da caixa de elevador 1.**

Troço	Elemento	Ac [m <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vmin</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>sv,total</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vmax</sub> [cm <sup>2</sup> ]
Piso -3 a Piso 1	NC1	0,53	10,56	40,84	211,20
	NC2	0,52	10,32	48,00	206,40
	NC3	0,53	10,56	48,38	211,20
Piso 1 a Piso 2	NC1	0,53	10,56	38,58	211,20
	NC2	0,52	10,32	48,00	206,40
	NC3	0,53	10,56	48,38	211,20
Piso 2 a Cob	NC1	0,53	10,56	38,58	211,20
	NC2	0,52	10,32	45,74	206,40
	NC3	0,53	10,56	42,10	211,20

**Tabela A150 - Armadura transversal da alma das paredes da caixa de elevador 1.**

Elemento	Varões	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
NC1	Ø 8 // 0,175	2,87
NC2	Ø 8 // 0,175	2,87
NC3	Ø 8 // 0,175	2,87

**Tabela A151 - Armadura transversal adoptada para os pilares fictícios das paredes da caixa de elevador 1.**

Elemento	Troço	V <sub>Ed</sub> [kN]	z [m]	f <sub>ywd</sub> [MPa]	θ [°]	A <sub>sw/s</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	(A <sub>sw/s</sub> ) <sub>min</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	Armadura Transversal adoptada		V <sub>Rd,s</sub> [kN]
								[Nº Ramos Ø // s]	(A <sub>sw/s</sub> ) [cm <sup>2</sup> /m]	
NC1	Piso 2 - Cobertura	1323,80	1,80	434,78	45	16,92	1,88	2 Ø 10 // 0,075	20,94	1639,09
	Piso 1 - Piso 2	1780,19				22,75		2 Ø 10 // 0,050	31,42	2458,64
	Piso 0 - Piso 1	2013,93				25,73		2 Ø 10 // 0,050	31,42	2458,64
	Piso -1 - Piso 0	1282,40				16,39		2 Ø 10 // 0,075	20,94	1639,09
	Piso -2 - Piso -1	379,38				4,85		2 Ø 8 // 0,200	5,03	393,38
	Piso -3 - Piso -2	121,79				1,56		2 Ø 8 // 0,300	3,35	262,25
NC2	Piso 2 - Cobertura	1198,29	1,75	434,78	45	15,75	1,88	2 Ø 10 // 0,075	20,94	1593,56
	Piso 1 - Piso 2	1564,98				20,57		2 Ø 10 // 0,075	20,94	1593,56
	Piso 0 - Piso 1	1833,39				24,10		2 Ø 10 // 0,050	31,42	2390,34
	Piso -1 - Piso 0	1199,37				15,76		2 Ø 10 // 0,075	20,94	1593,56
	Piso -2 - Piso -1	665,39				8,75		2 Ø 8 // 0,100	10,05	764,91
	Piso -3 - Piso -2	238,13				3,13		2 Ø 8 // 0,300	3,35	254,97
NC3	Piso 2 - Cobertura	1248,43	1,80	434,78	45	15,95	1,88	2 Ø 10 // 0,075	20,94	1639,09
	Piso 1 - Piso 2	1622,85				20,74		2 Ø 10 // 0,050	31,42	2458,64
	Piso 0 - Piso 1	1872,10				23,92		2 Ø 10 // 0,050	31,42	2458,64
	Piso -1 - Piso 0	1042,65				13,32		2 Ø 10 // 0,075	20,94	1639,09
	Piso -2 - Piso -1	372,38				4,76		2 Ø 8 // 0,200	5,03	393,38
	Piso -3 - Piso -2	126,77				1,62		2 Ø 8 // 0,300	3,35	262,25

**Tabela A152 - Espaçamento máximo e adoptado para as armaduras transversais da altura crítica dos pilares fictícios das paredes da caixa de elevador 1.**

Troço	Elemento	b <sub>0</sub> /2 [mm]	175 [mm]	d <sub>bl</sub> [mm]	s <sub>max</sub> [m]	s <sub>adoptado</sub> [m]
Altura crítica	NC1	71	175	96	71	0,050
	NC2	71		128	71	0,050
	NC3	71		128	71	0,050



**Tabela A153 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios da caixa de elevador 1 (parte 1).**

Elemento	Pilar Fictício	$b_c$ [m]	$b_0$ [mm]	$h_c$ [m]	$h_0$ [mm]	$v_d$	$\mu\phi$	$\epsilon_{sy,d}$
NC1	P1	0,24	142	0,40	347	0,225	3,213	2,175E-03
	P2	0,24	142	0,40	347		3,213	
NC2	P2	0,24	142	0,40	347	0,350	3,213	
	P3	0,24	142	0,40	347		3,213	
NC3	P3	0,24	142	0,40	347	0,339	3,213	
	P4	0,24	142	0,40	347		3,213	

**Tabela A154 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios da caixa de elevador 1 (parte 2).**

Troço	Elemento	Pilar Fictício	$V_w$ [cm <sup>3</sup> ]	$\alpha_n$	$\alpha_s$	$\alpha$	$\omega_{wd}$	$\alpha^*\omega_{wd}$	$\geq$	$30\mu\phi(v_d+\omega_v)\epsilon_{sy,d}(b_c/b_0)-0,035$
Altura Crítica	NC1	P1	79,42	0,621	0,765	0,475	0,701	0,3327	$\geq$	0,066
		P2	50,77	0,500	0,765	0,382	0,448	0,1712	$\geq$	0,066
	NC2	P2	107,47	0,500	0,765	0,382	0,948	0,3624	$\geq$	0,119
		P3	107,47	0,500	0,765	0,382	0,948	0,3624	$\geq$	0,119
	NC3	P3	50,77	0,500	0,765	0,382	0,448	0,1712	$\geq$	0,107
		P4	79,42	0,621	0,765	0,475	0,701	0,3327	$\geq$	0,107

## Caixa de Elevador 2

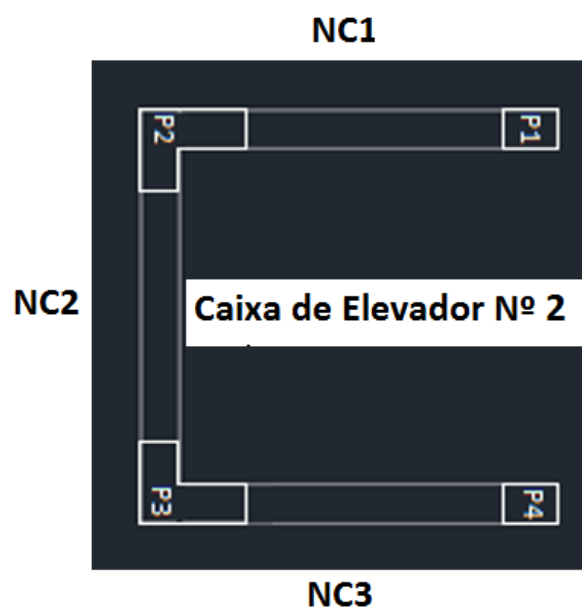


Figura A9 – Definição dos núcleos e dos pilares fictícios da caixa de elevador 2.

Tabela A155 – Características dos núcleos da caixa de elevador 2.

Núcleo	$l_{\text{pilar fict.}} [\text{m}]$	$l_x [\text{m}]$	$l_y [\text{m}]$	$z [\text{m}]$	$A_{c, \text{ pilar fict.}} [\text{m}^2]$	$h_w [\text{m}]$	$h_{cr} [\text{m}]$
NC1	0,40	1,80	0,24	1,40	0,10	10,5	1,80
NC2	0,40	0,24	1,80	1,40	0,10	10,5	1,80
NC3	0,40	1,80	0,24	1,40	0,10	10,5	1,80

**Tabela A156 - Armadura longitudinal necessária para os pilares fictícios de cada núcleo da caixa de elevador 2.**

Elemento	Troço	N <sub>Ed</sub> [kN]		M <sub>Ed,x</sub> [kN.m]	M <sub>Ed,y</sub> [kN.m]	F <sub>s,max</sub> [kN]	A <sub>c</sub> [m²]	v <sub>d</sub>	A <sub>s,vmin</sub> Pilar Fictício [cm²]	A <sub>s,v</sub> Pilar Fictício [cm²]
		Min	0,5*(G + Ψ <sub>E</sub> *Q)	F <sub>s,max</sub>	F <sub>s,max</sub>					
NC1	Piso -3 a Piso 1	-1448,20	-126,44	-	847,51	542,15	0,43	0,168	4,80	12,47
	Piso 1 a Piso 2		-112,64	-	772,52	495,48				11,40
	Piso 2 a Cob		-54,54	-	639,85	429,77				9,88
NC2	Piso -3 a Piso 1	-2098,87	-145,07	1709,42	-	1148,48	0,43	0,243	4,80	26,42
	Piso 1 a Piso 2		-109,56	1624,86	-	1105,83				25,43
	Piso 2 a Cob		-24,315	1475,27	-	1041,61				23,96
NC3	Piso -3 a Piso 1	-1782,03	-107,21	-	1055,61	700,40	0,43	0,206	4,80	16,11
	Piso 1 a Piso 2		-76,299	-	977,05	659,74				15,17
	Piso 2 a Cob		-82,3145	-	838,05	557,45				12,82

**Tabela A157 - Armadura e respectiva taxa adoptada para os pilares fictícios da caixa de elevador 2.**

Troço	Pilar Fictício	A <sub>s,vmin</sub> [cm²]	A <sub>s,v</sub> [cm²]	Varões	A <sub>varões</sub> [cm²]	ρ <sub>v</sub> [%]
Piso -3 a Piso 1	P1	4,80	12,47	4 Ø 16 + 4 Ø 12	12,57	1,31
	P2	6,72	38,88	8 Ø 20 + 8 Ø 16	41,22	3,07
	P3	6,72	42,52	12 Ø 20 + 4 Ø 16	45,74	3,40
	P4	4,80	16,11	8 Ø 16	16,08	1,68
Piso 1 a Piso 2	P1	4,80	11,40	4 Ø 16 + 4 Ø 12	12,57	1,31
	P2	6,72	36,83	8 Ø 20 + 8 Ø 16	41,22	3,07
	P3	6,72	40,61	8 Ø 20 + 8 Ø 16	41,22	3,07
	P4	4,80	15,17	8 Ø 16	16,08	1,68
Piso 2 a Cob	P1	4,80	9,88	4 Ø 16 + 4 Ø 12	12,57	1,31
	P2	6,72	33,84	8 Ø 20 + 8 Ø 16	41,22	3,07
	P3	6,72	36,78	8 Ø 20 + 8 Ø 16	41,22	3,07
	P4	4,80	12,82	4 Ø 16 + 4 Ø 12	12,57	1,31

**Tabela A158 - Armadura longitudinal adoptada para a alma das paredes da caixa de elevador 2.**

Troço	Elemento	A <sub>c</sub> Alma Parede [m <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vmin</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Varões	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vmax</sub> [cm <sup>2</sup> ]
Todos	NC1	0,24	4,80	10 Ø 10	7,85	96,00
	NC2	0,24	4,80	10 Ø 10	7,85	96,00
	NC3	0,24	4,80	10 Ø 10	7,85	96,00

**Tabela A159 - Armadura longitudinal total das paredes da caixa de elevador 2.**

Troço	Elemento	A <sub>c</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vmin</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>sv,total</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vmax</sub> [cm <sup>2</sup> ]
Piso -3 a Piso 1	NC1	0,43	8,64	41,03	172,80
	NC2	0,43	8,64	51,33	172,80
	NC3	0,43	8,64	46,81	172,80
Piso 1 a Piso 2	NC1	0,43	8,64	41,03	172,80
	NC2	0,43	8,64	49,07	172,80
	NC3	0,43	8,64	44,55	172,80
Piso 2 a Cob	NC1	0,43	8,64	41,03	172,80
	NC2	0,43	8,64	49,07	172,80
	NC3	0,43	8,64	41,03	172,80

**Tabela A160 - Armadura transversal da alma das paredes da caixa de elevador 2.**

Elemento	Varões	A <sub>varões</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
NC1	Ø 8 // 0,250	2,01
NC2	Ø 8 // 0,250	2,01
NC3	Ø 8 // 0,250	2,01

**Tabela A161 - Armadura transversal adoptada para os pilares fictícios das paredes da caixa de elevador 2.**

Elemento	Troço	V <sub>Ed</sub> [kN]	z [m]	f <sub>ywd</sub> [MPa]	θ [ ° ]	(A <sub>sw/s</sub> ) <sub>necessário</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	(A <sub>sw/s</sub> ) <sub>min</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	Armadura Transversal adoptada		V <sub>Rd,s</sub> [kN]
								[Nº Ramos Ø // s]	(A <sub>sw/s</sub> ) [cm <sup>2</sup> /m]	
NC1	Piso 2 - Cobertura	359,37	1,40	434,78	45	5,90	1,88	2 Ø 8 // 0,100	10,05	611,93
	Piso 1 - Piso 2	446,83				7,34		2 Ø 8 // 0,125	8,04	489,54
	Piso 0 - Piso 1	543,83				8,93		2 Ø 8 // 0,100	10,05	611,93
	Piso -1 - Piso 0	543,83				8,93		2 Ø 8 // 0,100	10,05	611,93
	Piso -2 - Piso -1	191,08				3,14		2 Ø 8 // 0,250	4,02	244,77
	Piso -3 - Piso -2	126,80				2,08		2 Ø 8 // 0,250	4,02	244,77
NC2	Piso 2 - Cobertura	1097,03	1,40	434,78	45	18,02	1,88	2 Ø 10 // 0,075	20,94	1274,85
	Piso 1 - Piso 2	596,22				9,80		2 Ø 8 // 0,100	10,05	611,93
	Piso 0 - Piso 1	770,94				12,67		2 Ø 8 // 0,075	13,40	815,90
	Piso -1 - Piso 0	521,39				8,57		2 Ø 8 // 0,100	10,05	611,93
	Piso -2 - Piso -1	324,92				5,34		2 Ø 8 // 0,175	5,74	349,67
	Piso -3 - Piso -2	202,87				3,33		2 Ø 8 // 0,250	4,02	244,77
NC3	Piso 2 - Cobertura	558,62	1,40	434,78	45	9,18	1,88	2 Ø 8 // 0,100	10,05	611,93
	Piso 1 - Piso 2	284,99				4,68		2 Ø 8 // 0,125	8,04	489,54
	Piso 0 - Piso 1	503,78				8,28		2 Ø 8 // 0,100	10,05	611,93
	Piso -1 - Piso 0	450,81				7,41		2 Ø 8 // 0,100	10,05	611,93
	Piso -2 - Piso -1	220,41				3,62		2 Ø 8 // 0,250	4,02	244,77
	Piso -3 - Piso -2	186,35				3,06		2 Ø 8 // 0,250	4,02	244,77

**Tabela A162 - Espaçamento máximo e adoptado para as armaduras transversais da altura crítica dos pilares fictícios das paredes da caixa de elevador 1.**

Troço	Elemento	b <sub>0</sub> /2 [mm]	175 [mm]	8*d <sub>bL</sub> [mm]	s <sub>max</sub> [m]	S <sub>adoptado</sub> [m]
Altura Crítica	NC1	71	175	96	71	0,050
	NC2	71		128	71	0,050
	NC3	71		128	71	0,050

**Tabela A163 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios da caixa de elevador 2 (parte 1).**

Elemento	Pilar Fictício	$b_c$ [m]	$b_0$ [mm]	$h_c$ [m]	$h_0$ [mm]	$v_d$	$\mu_0$	$\varepsilon_{sy,d}$
NC1	P1	0,24	162	0,40	357	0,168	3,201	2,175E-03
	P2	0,24	162	0,40	357		3,201	
NC2	P2	0,24	162	0,40	357	0,243	3,201	
	P3	0,24	162	0,40	357		3,201	
NC3	P3	0,24	162	0,40	357	0,206	3,201	
	P4	0,24	162	0,40	357		3,201	

**Tabela A164 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios da caixa de elevador 2 (parte 2).**

Troço	Elemento	Pilar Fictício	$V_w$ [cm <sup>3</sup> ]	$\alpha_n$	$\alpha_s$	$\alpha$	$\omega_{wd}$	$\alpha^* \omega_{wd} \geq 30\mu_0(v_d + \omega_v)\varepsilon_{sy,d}(b_c/b_0) - 0,035$
Altura Crítica	NC1	P1	79,42	0,677	0,786	0,533	0,597	0,3180 $\geq 0,039$
		P2	50,77	0,574	0,786	0,451	0,382	0,1722 $\geq 0,039$
	NC2	P2	50,77	0,574	0,786	0,451	0,382	0,1722 $\geq 0,062$
		P3	50,77	0,574	0,786	0,451	0,382	0,1722 $\geq 0,062$
	NC3	P3	50,77	0,574	0,786	0,451	0,382	0,1722 $\geq 0,051$
		P4	79,42	0,677	0,786	0,533	0,597	0,3180 $\geq 0,051$

## Restantes Paredes

**Tabela A165 - Características das paredes e seus pilares fictícios.**

Núcleo	$l_{\text{pilar fict. [m]}}$	$l_x \text{ [m]}$	$l_y \text{ [m]}$	$z \text{ [m]}$	$A_{c,\text{pilar fict. [m}^2\text{]}}$	$h_w \text{ [m]}$	$h_{cr} \text{ [m]}$
P17	0,45	0,30	1,30	0,85	0,14	7,00	1,30
P35	0,45	2,50	0,30	2,05	0,14	3,50	2,50
P36	0,45	1,25	0,30	0,80	0,14	-	
P40	0,45	0,30	1,30	0,85	0,14		
P41	0,45	1,75	0,30	1,30	0,14		
P44	0,45	1,45	0,30	1,00	0,14		

**Tabela A166 - Armadura longitudinal necessária para os pilares fictícios.**

Elemento	Troço	$N_{Ed} \text{ [kN]}$		$M_{Ed,x} \text{ [kN.m]}$	$M_{Ed,y} \text{ [kN.m]}$	$F_{s,max} \text{ [kN]}$	$A_c \text{ [m}^2\text{]}$	$v_d$	$A_{s,vmin} \text{ Pilar Fictício [cm}^2\text{]}$	$A_{s,y} \text{ Pilar Fictício [cm}^2\text{]}$
		Min	$0,5*(G + \Psi_E*Q)$	$F_{s,max}$	$F_{s,max}$					
P17	Piso-3 a Piso 1	-1484,80	-203,51	1386,18	-	1529,05	0,39	0,190	6,75	35,17
	Piso 1 a Piso 2		-107,29	1340,41	-	1523,31				35,04
P35	Piso 0 a Piso 1	-181,79	-67,47	-	517,45	218,68	0,75	0,012	6,75	5,03
P36	Todos	-783,55	-251,81	-	100,51	-0,27	0,38	0,104	6,75	Compressão
P40	Todos	-1985,45	-605,10	413,12	-	183,47	0,39	0,255	6,75	4,22
P41	Todos	-1788,13	-484,94	-	234,12	-62,38	0,53	0,170	6,75	Compressão
P44	Todos	-1616,29	-451,48	-	265,69	39,95	0,44	0,186	6,75	0,92

**Tabela A167 - Armadura longitudinal adoptada para os pilares fictícios.**

Elemento	Troço	$A_{s,vmin}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,v}$ [cm <sup>2</sup> ]	Varões	$A_{varões}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\rho_v$ [%]
P17	Piso -3 a Piso 1	6,75	35,17	12 Ø 20	37,70	2,79
	Piso 1 a Piso 2		35,04	12 Ø 20	37,70	2,79
P35	Piso 0 a Piso 1	6,75	6,75	8 Ø 12	9,05	0,67
P36	Todos	6,75	Mínima	8 Ø 12	9,05	0,67
P40	Todos	6,75	6,75	8 Ø 12	9,05	0,67
P41	Todos	6,75	Mínima	8 Ø 12	9,05	0,67
P44	Todos	6,75	6,75	8 Ø 12	9,05	0,67

**Tabela A168 - Armadura longitudinal adoptada para a alma das paredes.**

Elemento	$A_c$ Alma Parede [m <sup>2</sup> ]	$A_{s,vmin}$ [cm <sup>2</sup> ]	Varões	$A_{varões}$ [cm <sup>2</sup> ]
P17	0,12	2,40	6 Ø 10	4,71
P35	0,48	9,60	20 Ø 10	15,71
P36	0,11	2,10	6 Ø 10	4,71
P40	0,12	2,40	6 Ø 10	4,71
P41	0,26	5,10	14 Ø 10	11,00
P44	0,17	3,30	6 Ø 10	4,71

**Tabela A169 - Armadura longitudinal total das paredes.**

Elemento	$A_c$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{s,vmin}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{sv,total}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vmax}$ [cm <sup>2</sup> ]
P17	0,39	7,80	42,41	156,00
P35	0,75	15,00	53,41	300,00
P36	0,38	7,50	13,76	150,00
P40	0,39	7,80	13,76	156,00
P41	0,53	10,50	20,04	210,00
P44	0,44	8,70	13,76	174,00



**Tabela A170 - Armadura transversal adoptada para a alma das paredes.**

Elemento	Varões	$A_{\text{varões}}$ [cm <sup>2</sup> /m]
P17	Ø 8 // 0,250	2,01
P35	Ø 8 // 0,150	3,35
P36	Ø 8 // 0,250	2,01
P40	Ø 8 // 0,250	2,01
P41	Ø 8 // 0,150	3,35
P44	Ø 8 // 0,250	2,01

**Tabela A171 - Armadura transversal adoptada para os pilares fictícios das paredes.**

Elemento	Troço	V <sub>Ed</sub> [kN]	z [m]	f <sub>ywd</sub> [MPa]	θ [ ° ]	(A <sub>sw</sub> /s) <sub>necessário</sub> [cm²/m]	(A <sub>sw</sub> /s) <sub>min</sub> [cm²/m]	Armadura Transversal adoptada		V <sub>Rd,s</sub> [kN]
								[Nº Ramos    Ø //    s]	(A <sub>sw</sub> /s) [cm²/m]	
P17	Piso 1 - Piso 2	540,48	0,85	434,78	45	14,62	2,35	2    Ø 10    //    0,100	15,71	580,51
	Piso 0 - Piso 1	756,14				20,46		2    Ø 10    //    0,075	20,94	774,02
	Piso -1 - Piso 0	756,14				20,46		2    Ø 10    //    0,075	20,94	774,02
	Piso -2 - Piso -1	92,59				2,51		2    Ø 8    //    0,250	4,02	148,61
	Piso -3 - Piso -2	37,36				1,01		2    Ø 8    //    0,250	4,02	148,61
P35	Piso 0 - Piso 1	223,49	2,05			2,51	2,35	2    Ø 8    //    0,250	4,02	358,41
P36	Piso -1 - Piso 0	87,78	0,80			2,52	2,35	2    Ø 8    //    0,250	4,02	139,87
	Piso -2 - Piso -1	17,86				0,51		2    Ø 8    //    0,250	4,02	139,87
	Piso -3 - Piso -2	34,71				1,00		2    Ø 8    //    0,250	4,02	139,87
P40	Piso -1 - Piso 0	373,96	0,85			10,12	2,35	2    Ø 10    //    0,150	10,47	387,01
	Piso -2 - Piso -1	68,96				1,87		2    Ø 8    //    0,250	4,02	148,61
	Piso -3 - Piso -2	20,47				0,55		2    Ø 8    //    0,250	4,02	148,61
P41	Piso -1 - Piso 0	184,09	1,30			3,26	2,35	2    Ø 8    //    0,250	4,02	227,29
	Piso -2 - Piso -1	240,29				4,25		2    Ø 8    //    0,200	5,03	284,11
	Piso -3 - Piso -2	152,69				2,70		2    Ø 8    //    0,250	4,02	227,29
P44	Piso -1 - Piso 0	288,00	1,00			6,62	2,35	2    Ø 8    //    0,150	6,70	291,39
	Piso -2 - Piso -1	212,29				4,88		2    Ø 8    //    0,200	5,03	218,55
	Piso -3 - Piso -2	45,00				1,03		2    Ø 8    //    0,250	4,02	174,84

**Tabela A172 - Espaçamento máximo e adoptada para a altura crítica das paredes.**

Troço	Elemento	$b_0/2$ [mm]	175 [mm]	$8*d_{bL}$ [mm]	$s_{max}$ [m]	$s_{adoptado}$ [m]
Altura Crítica	P17	111	175	160	111	0,100
	P35	111		96	96	0,075
	P17	111		160	111	0,100

**Tabela A173 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios das paredes (parte 1).**

Elemento	$b_c$ [m]	$b_0$ [mm]	$h_c$ [m]	$h_0$ [mm]	$v_d$	$\mu\phi$	$\epsilon_{sy,d}$
P17	0,30	222	0,45	407	0,190	3,201	2,175E-03
P35	0,30	222	0,45	407	0,012		

**Tabela A174 - Verificação da ductilidade local dos pilares fictícios das paredes (parte 2).**

Troço	Elemento	$V_w$ [cm <sup>3</sup> ]	$\alpha_n$	$\alpha_s$	$\alpha$	$\omega_{wd}$	$\alpha*\omega_{wd} \geq 30\mu\phi(v_d+\omega_v)\epsilon_{sy,d}(b_c/b_0)-0,035$
Altura Crítica	P17	71,78	0,596	0,680	0,405	0,173	$0,0700 \geq 0,043$
	P35	98,65	0,685	0,755	0,517	0,316	$0,1635 \geq -0,011$
	P17	71,78	0,596	0,680	0,405	0,173	$0,0700 \geq 0,043$

## Anexo 12 – Armaduras – Lajes e Escadas

### Lajes

#### Armadura Inferior – Piso -2

*Direcção X*

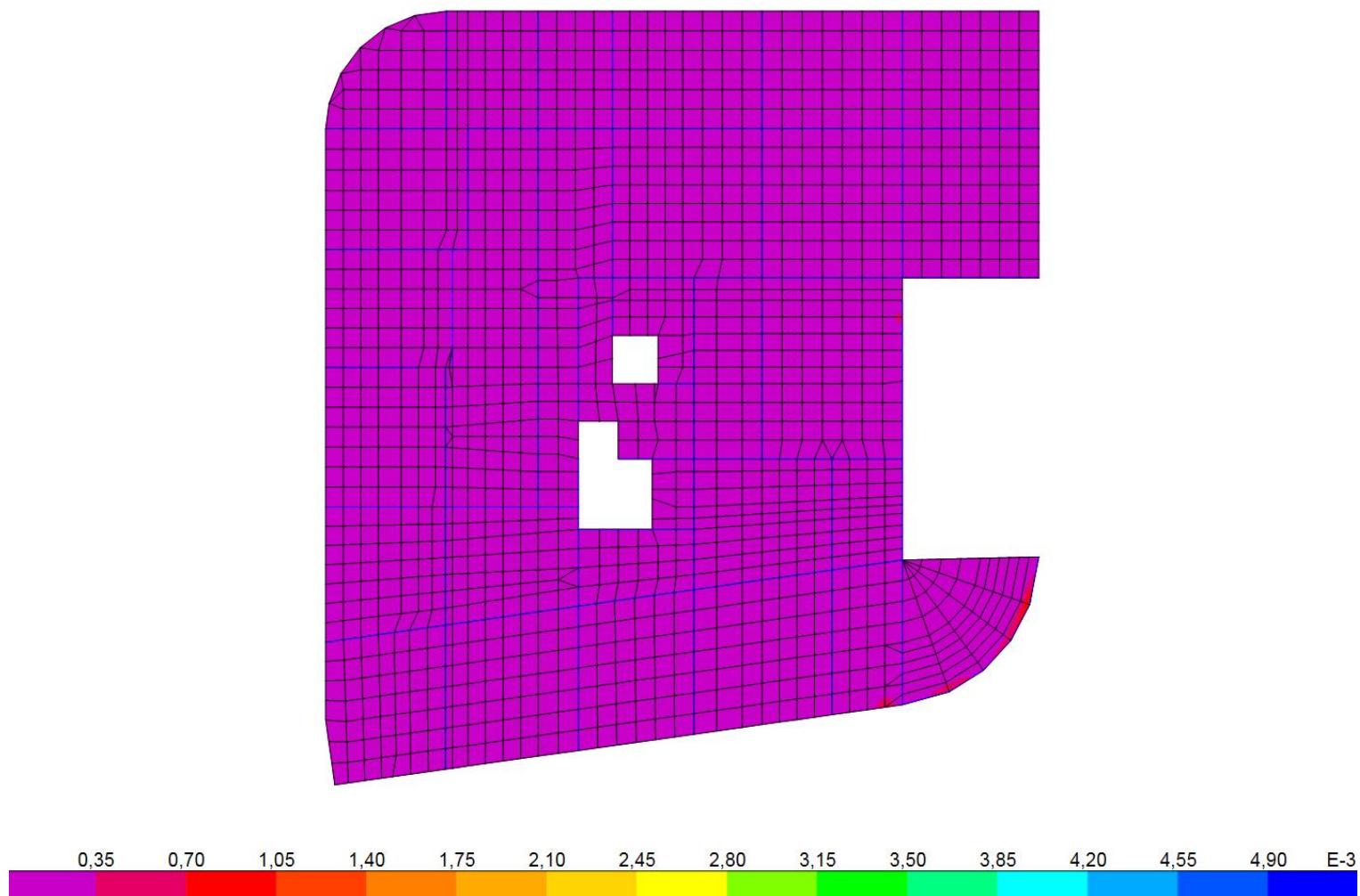
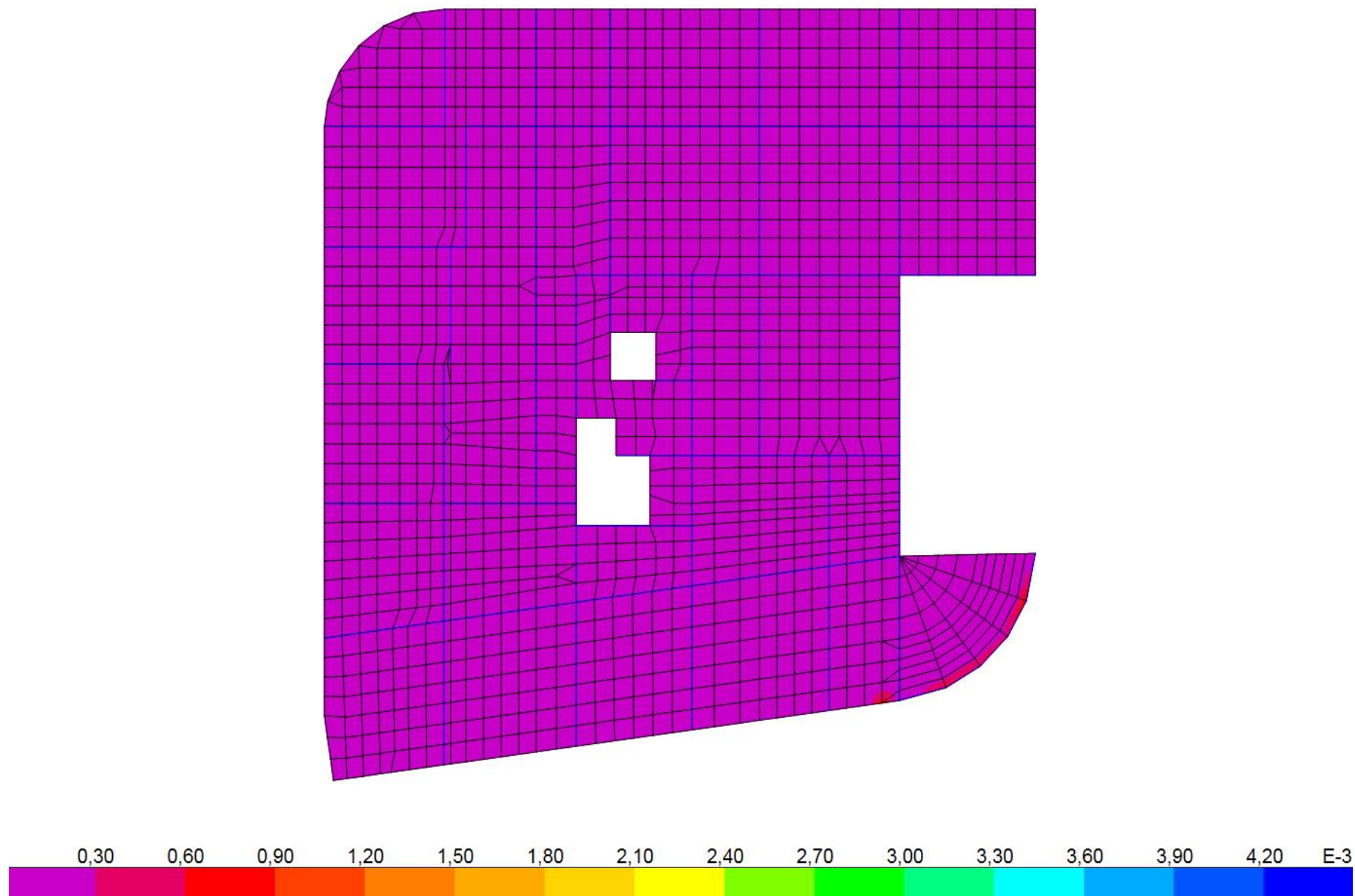


Figura A10 - Área de armadura inferior nas lajes segundo a direcção X (piso -2).

*Direcção Y*



**Figura A11 - Área de armadura inferior das lajes segundo a direcção Y (piso -2).**

## Armadura Superior – Piso -2

*Direcção X*

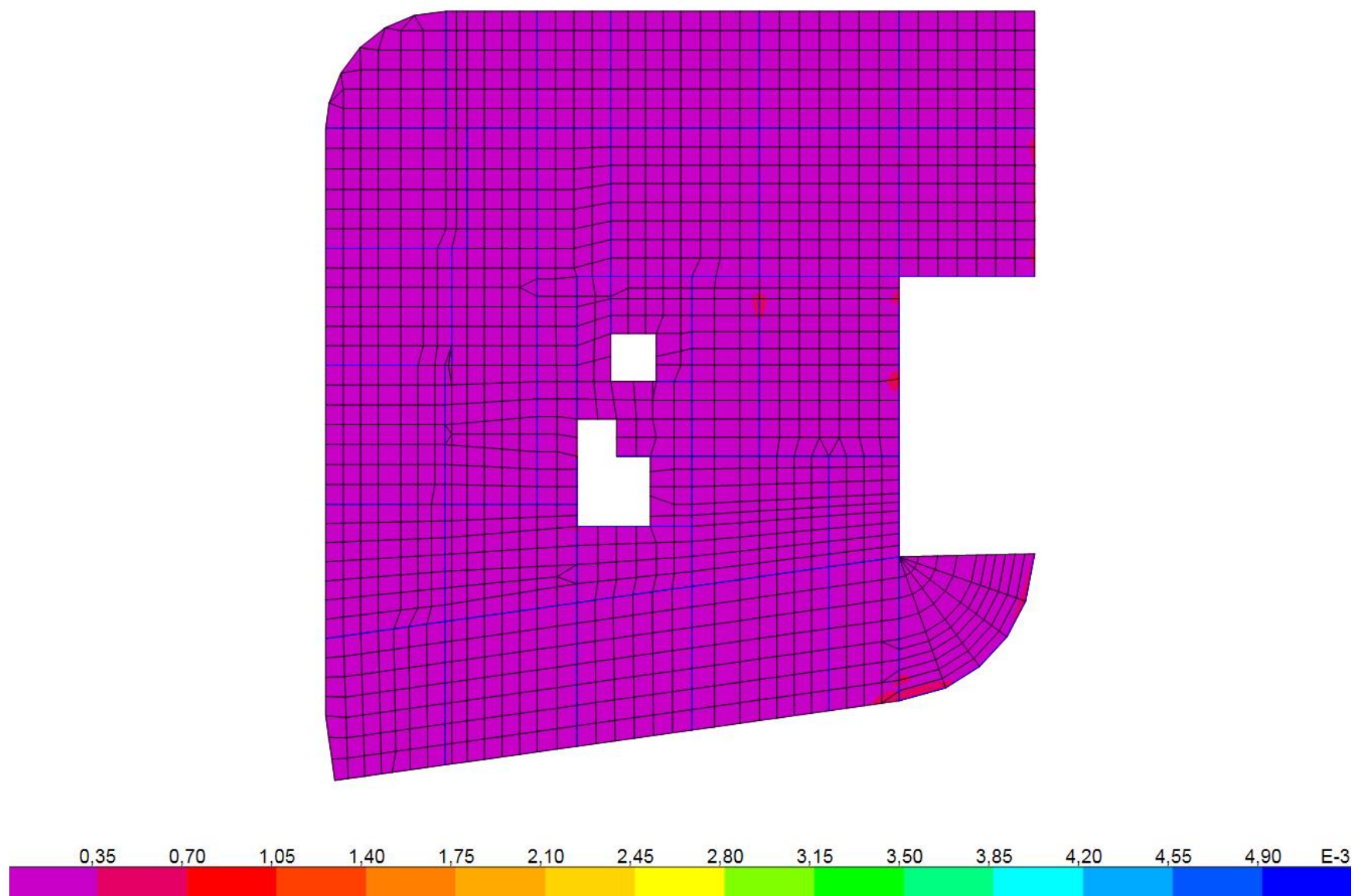
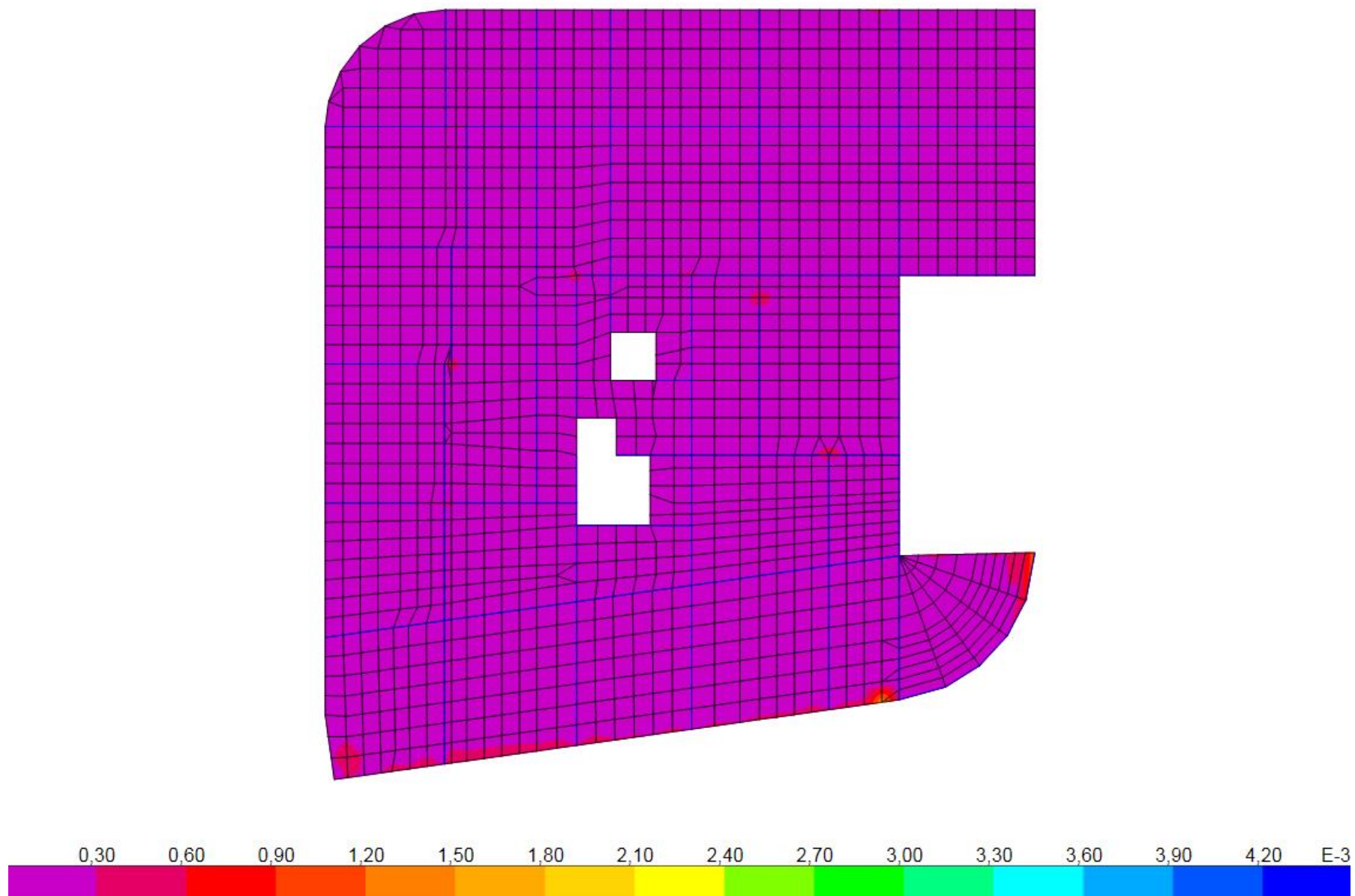


Figura A12 - Área de armaduras superior das lajes segundo a direcção X (piso-2).



*Direcção Y*



**Figura A13 - Área de armadura superior das lajes na direcção Y (piso -2).**

## Armadura Inferior – Piso -1

*Direcção X*

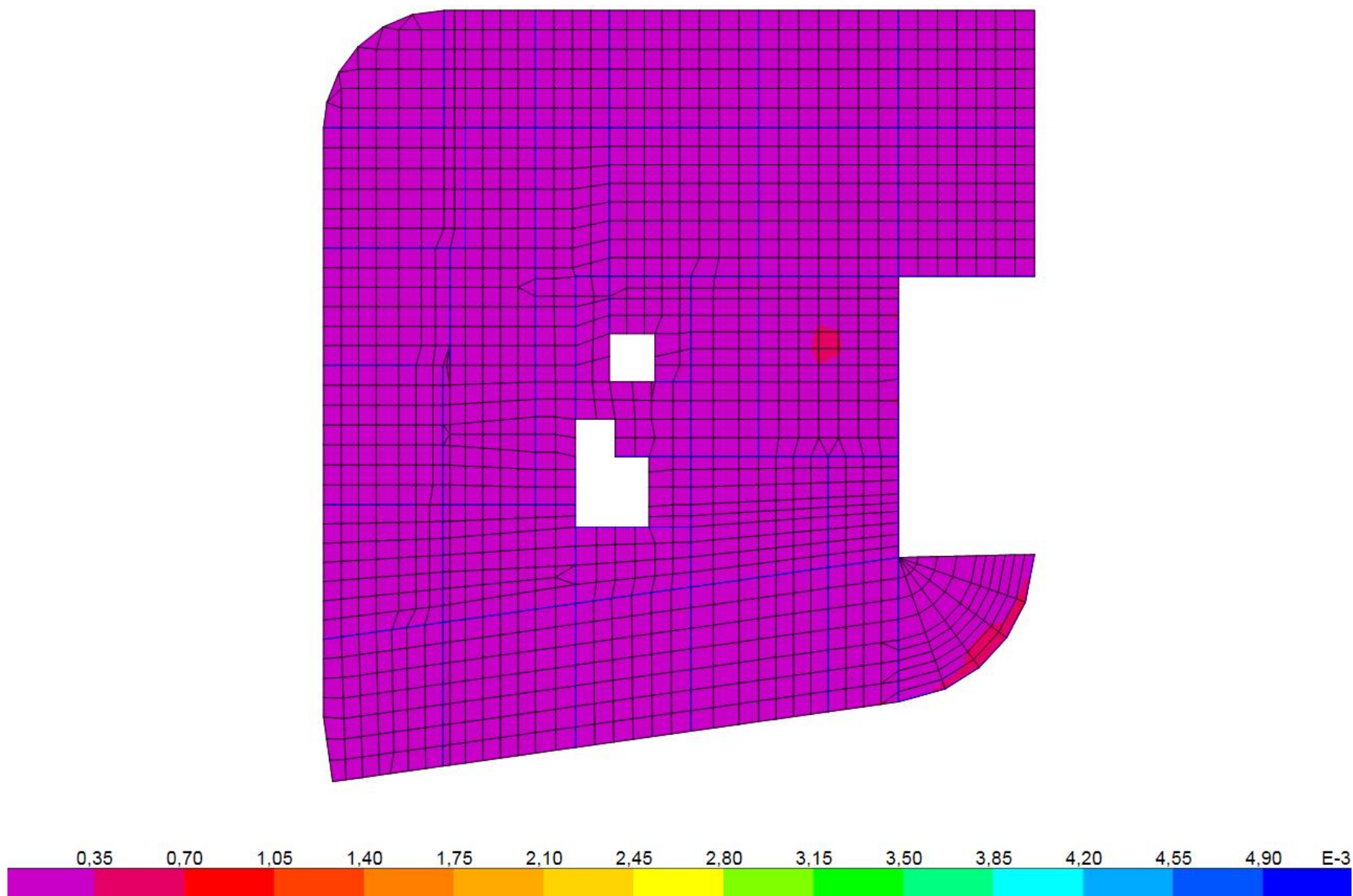
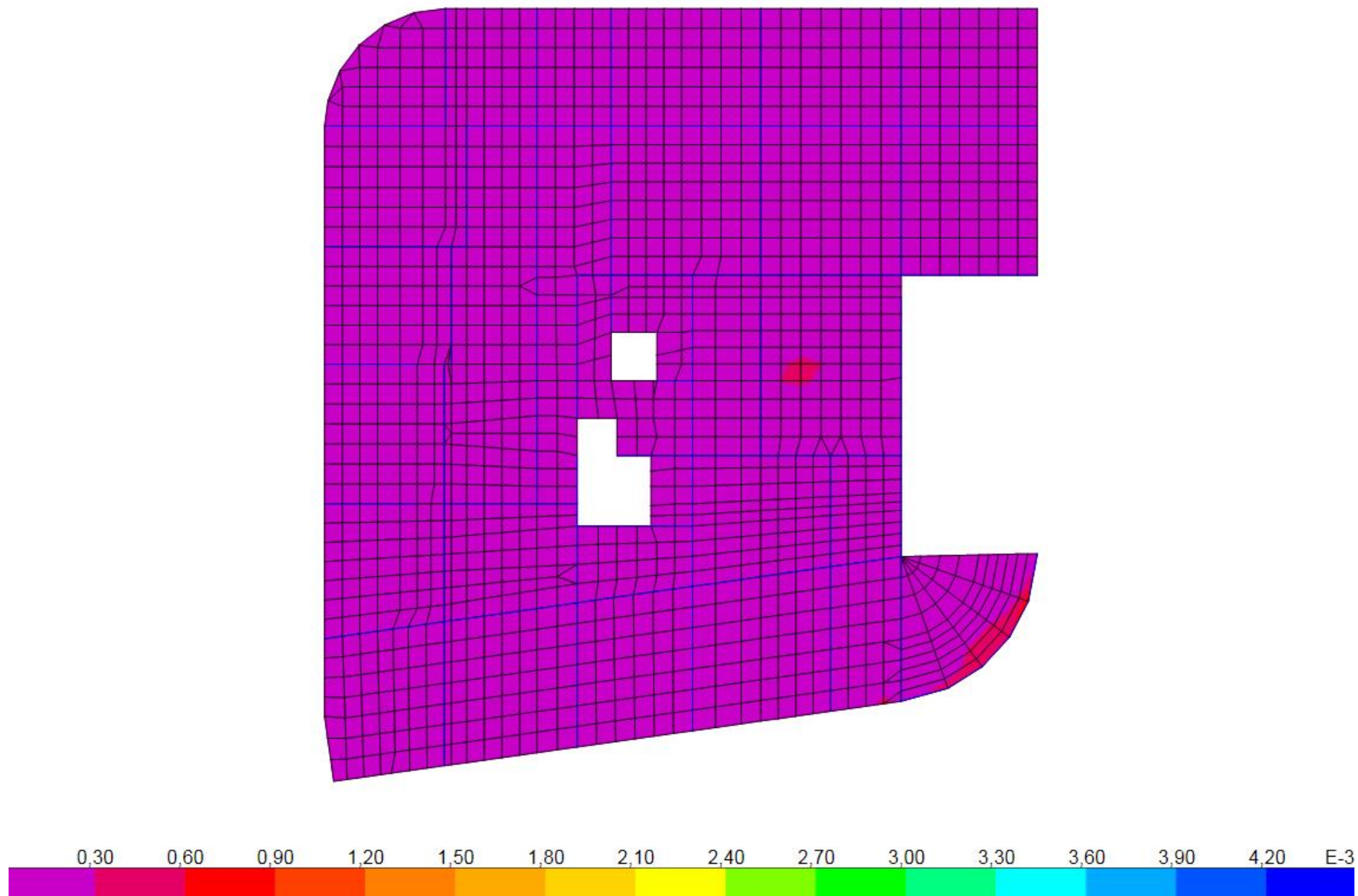


Figura A14 - Área de armadura inferior das lajes na direcção X (piso -1).

*Direcção Y*



**Figura A15 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção Y (piso -1).**



## Armadura Superior – Piso -1

*Direcção X*

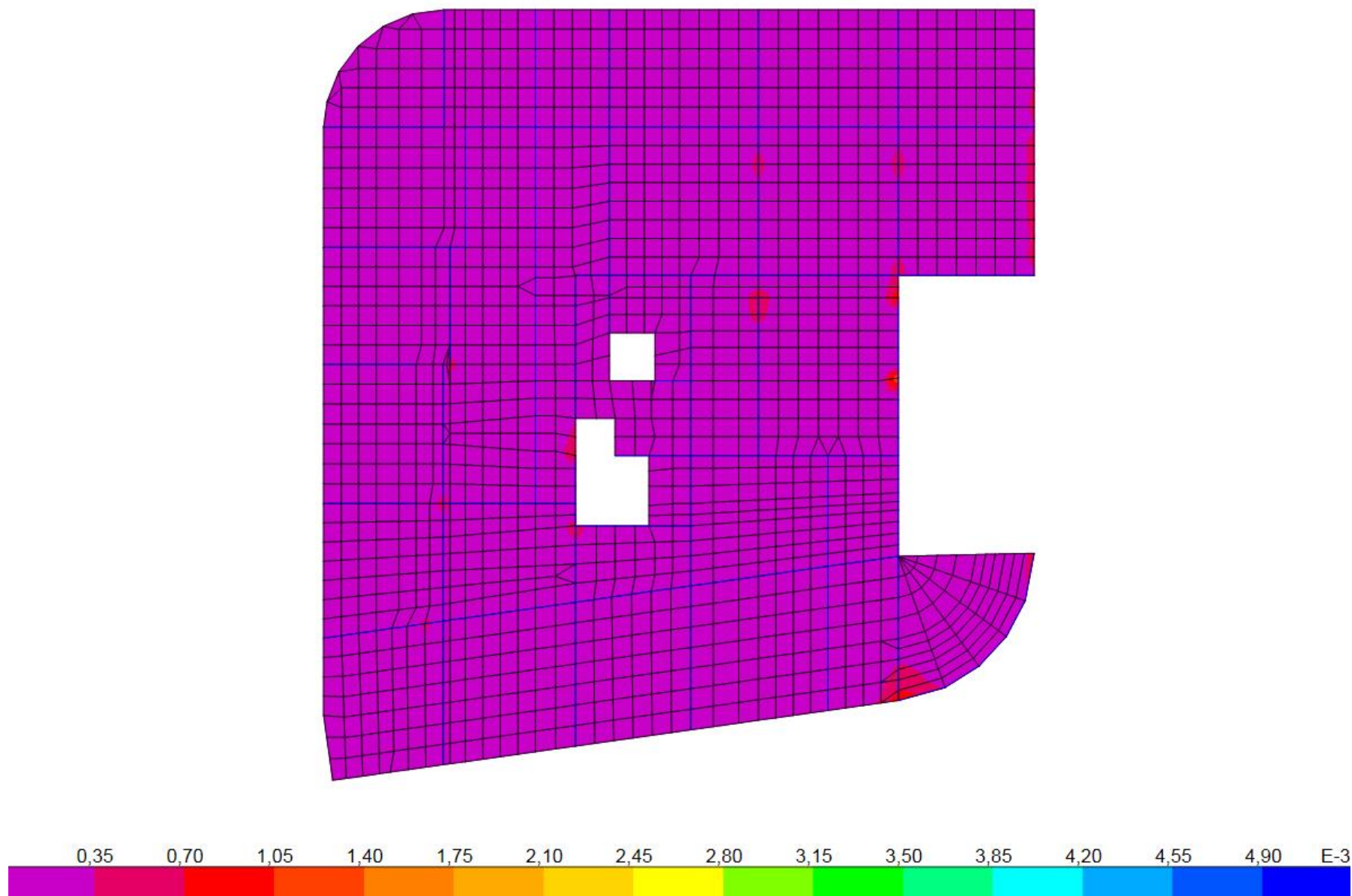
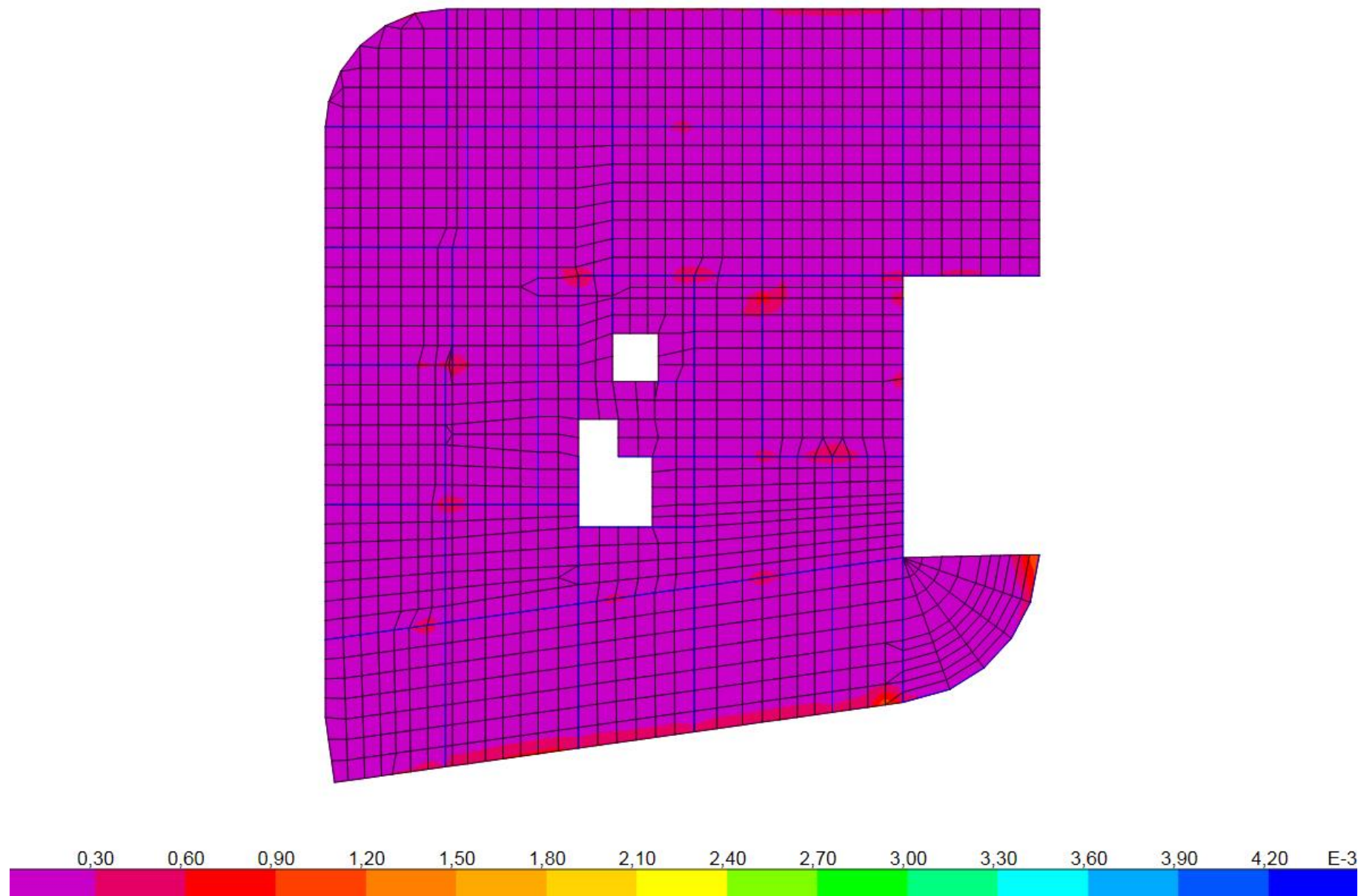


Figura A16 - Área de armaduras superior das lajes segundo a direcção X (piso-1).

*Direcção Y*



**Figura A17 - Área de armaduras superior das lajes segundo a direcção Y (pisso -1).**

## Armadura Inferior – Piso 0

*Direcção X*

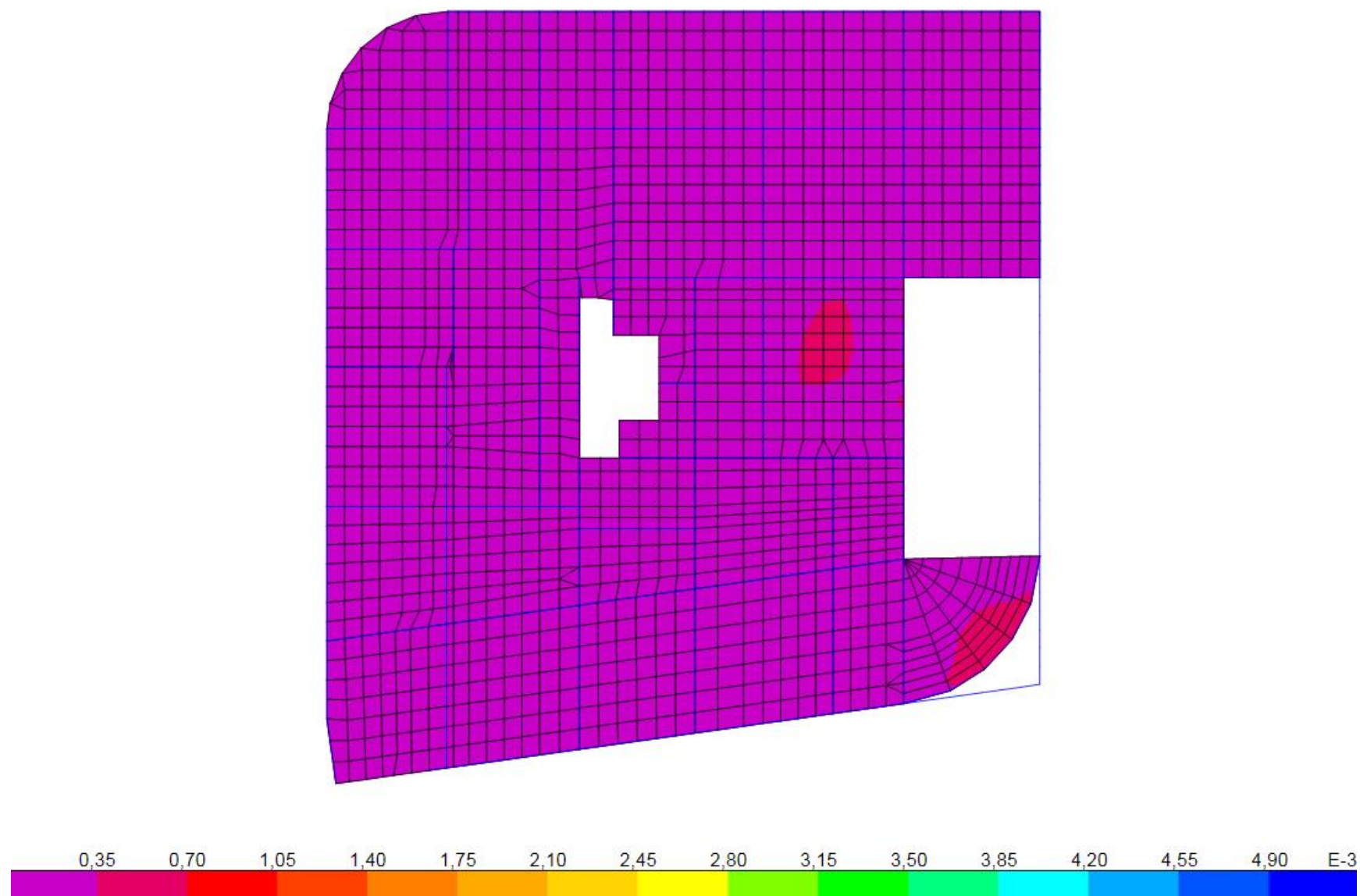
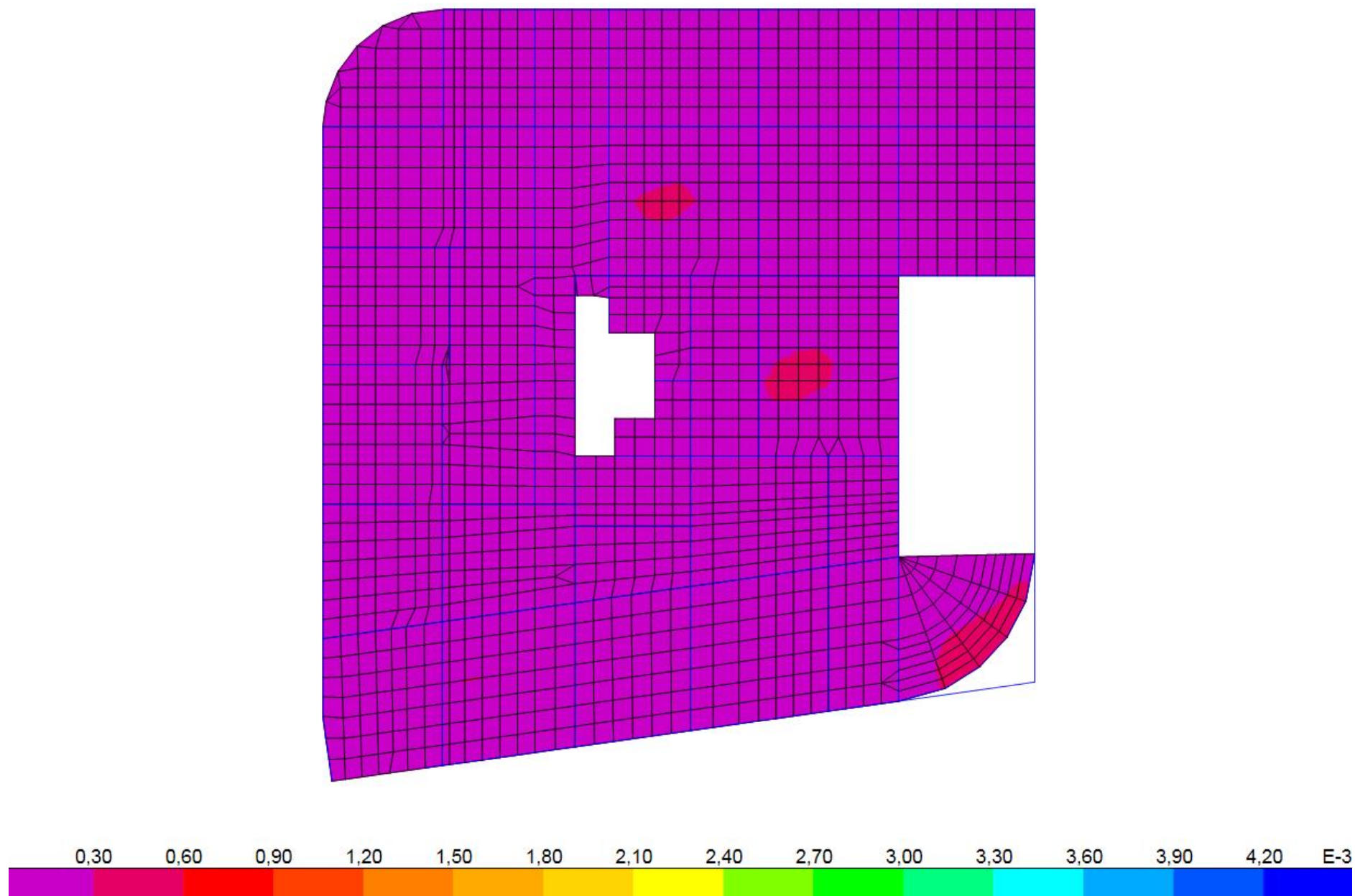


Figura A18 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção X (piso 0).



*Direcção Y*



**Figura A19 -Área de armaduras inferior das lajes na direcção Y (piso 0).**

## Armadura Superior – Piso 0

*Direcção X*

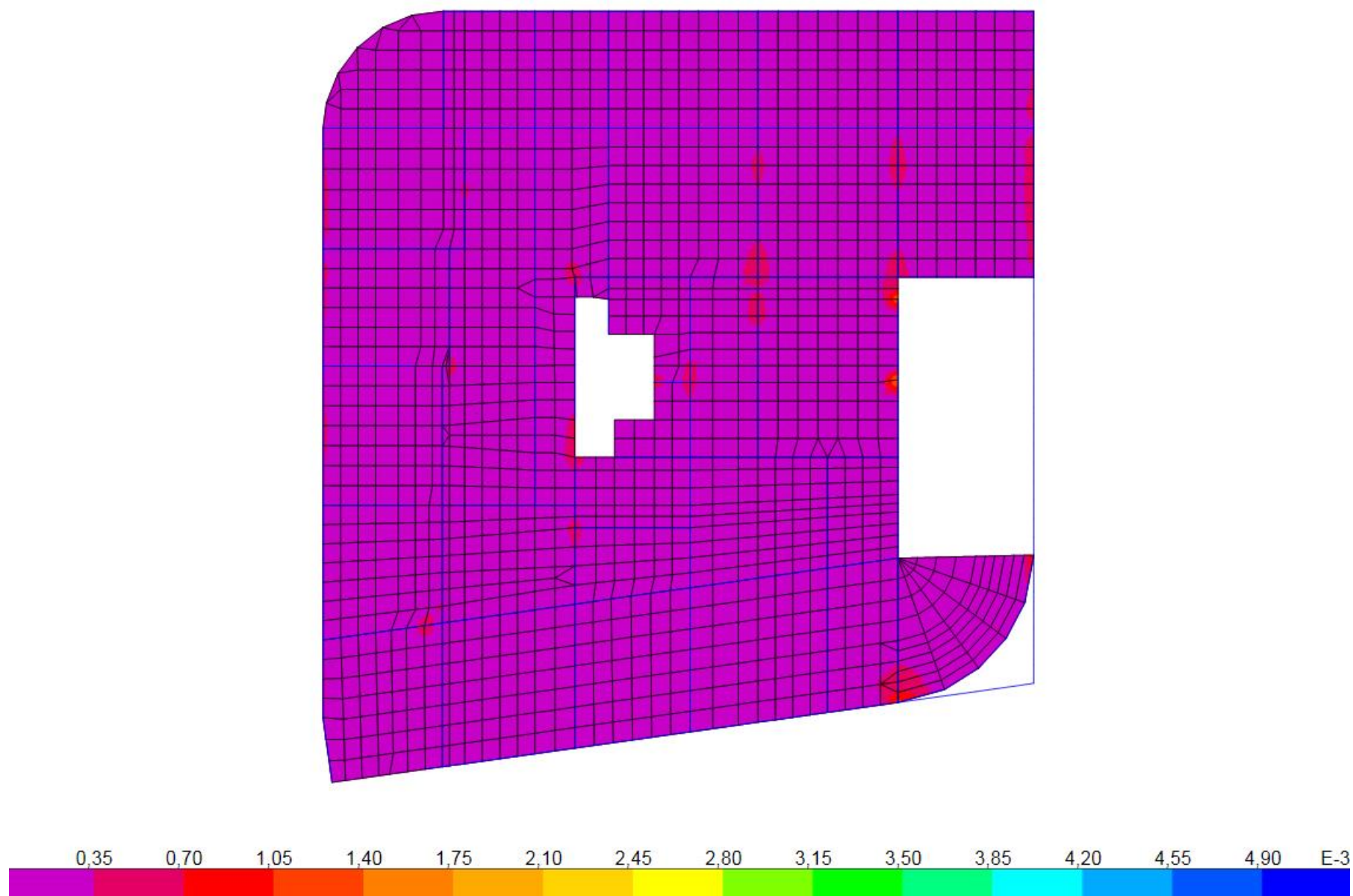
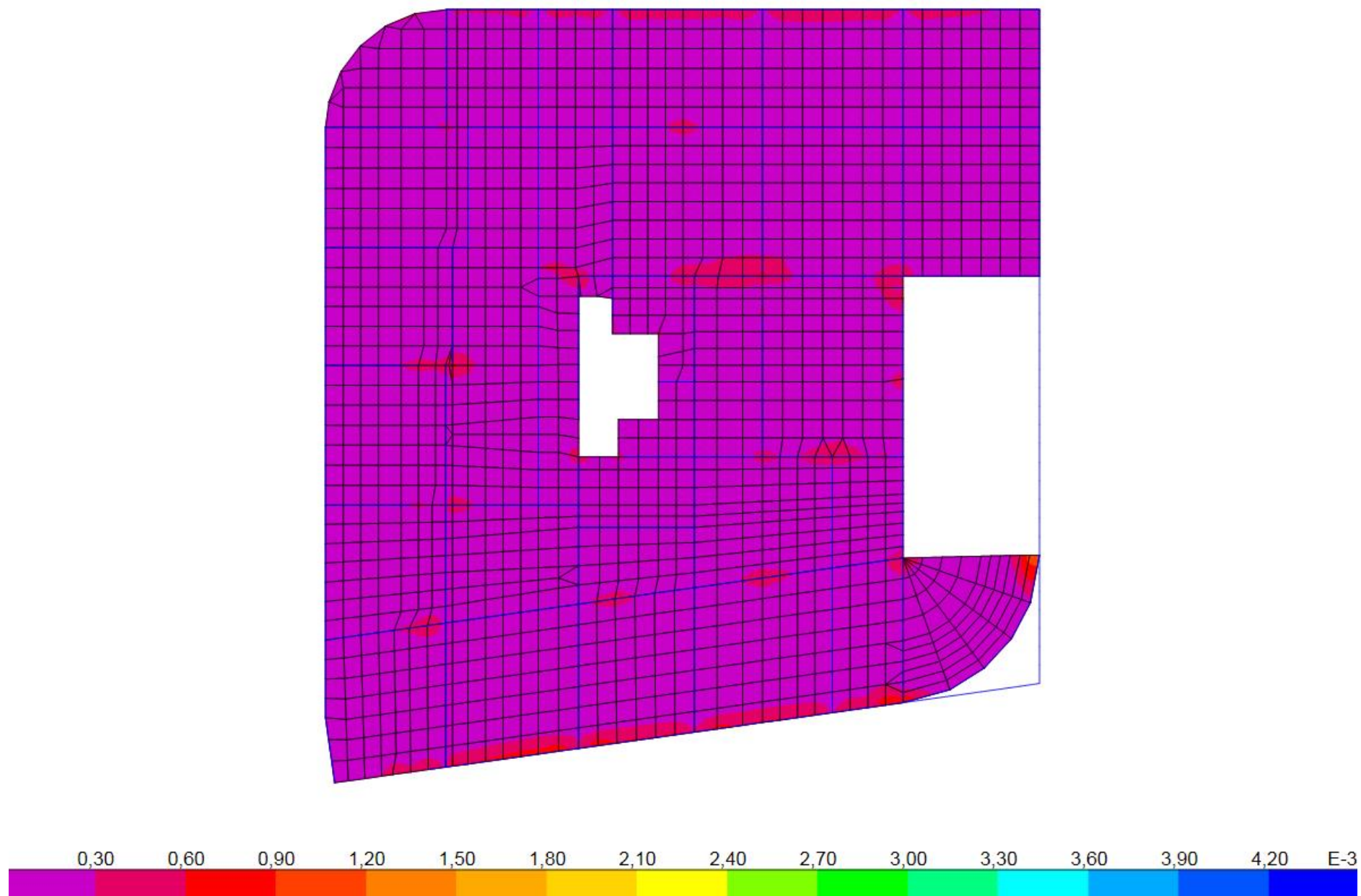


Figura A20 - Área de armaduras superior das lajes na direcção X (piso 0).

*Direcção Y*



**Figura A21 - Área de armaduras superior das lajes na direcção Y ( piso 0).**



## Armadura Inferior – Piso 1

*Direcção X*

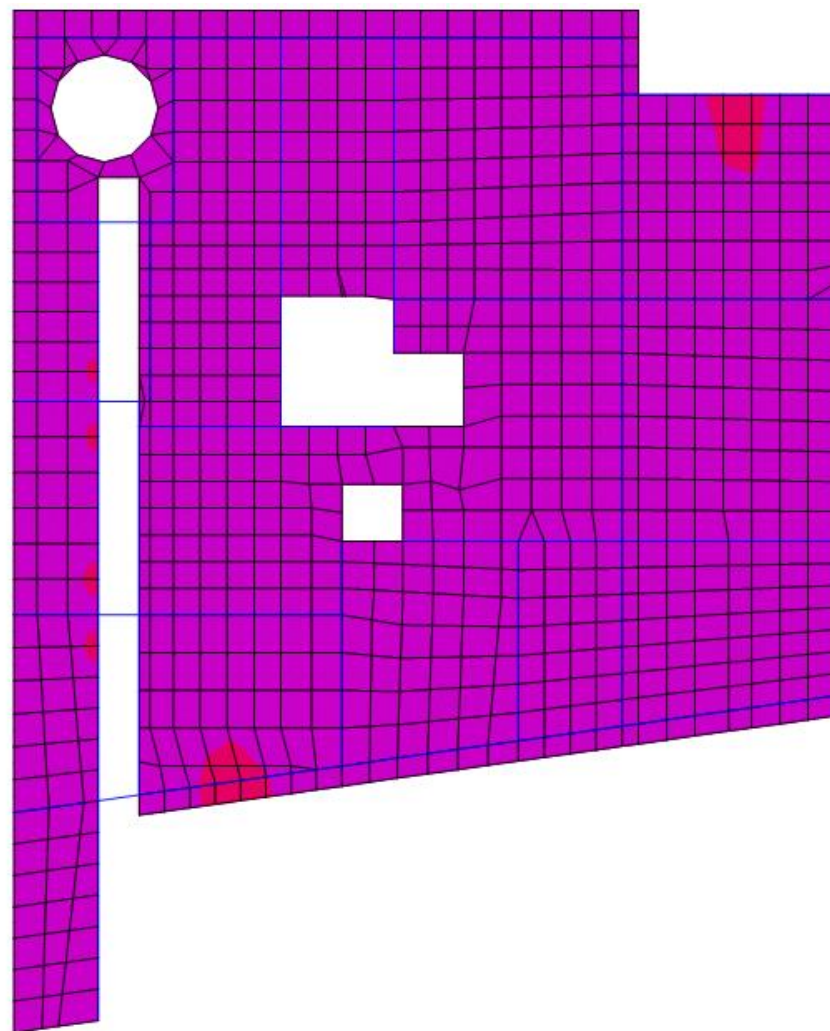


Figura A22 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção X (piso 1).

*Direcção Y*

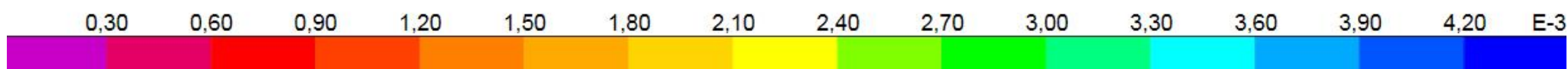
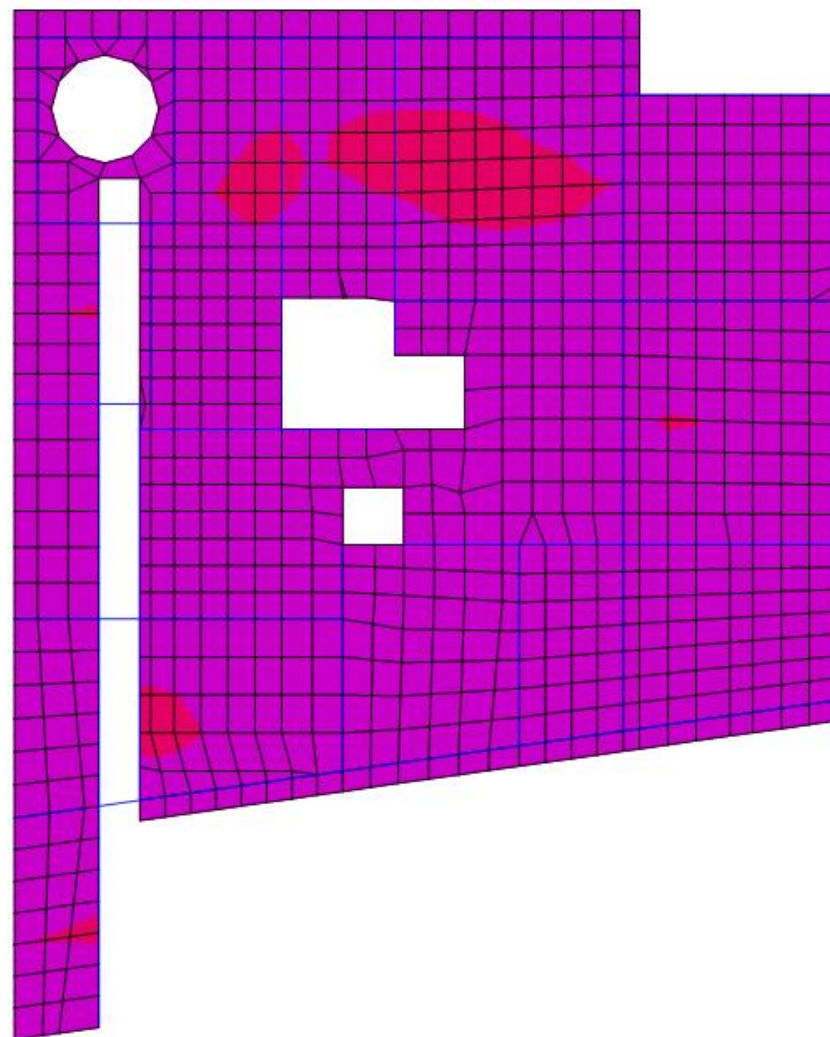


Figura A23 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção Y (piso 1).



## Armadura Superior – Piso 1

*Direcção X*

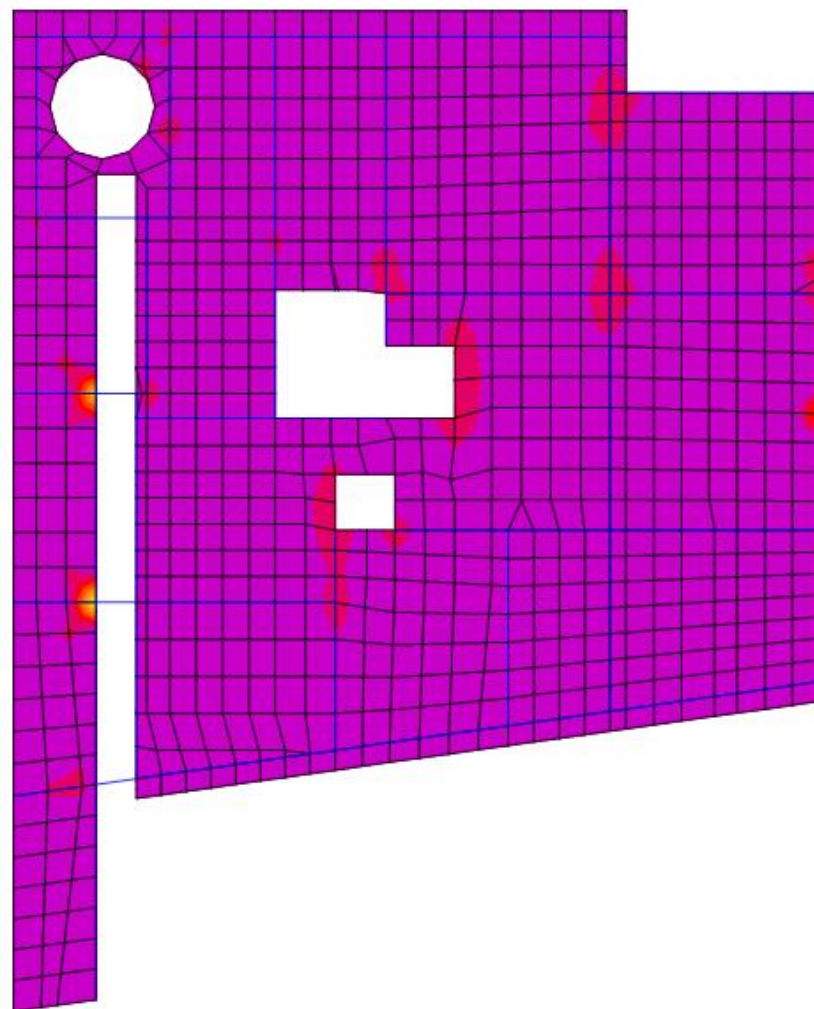
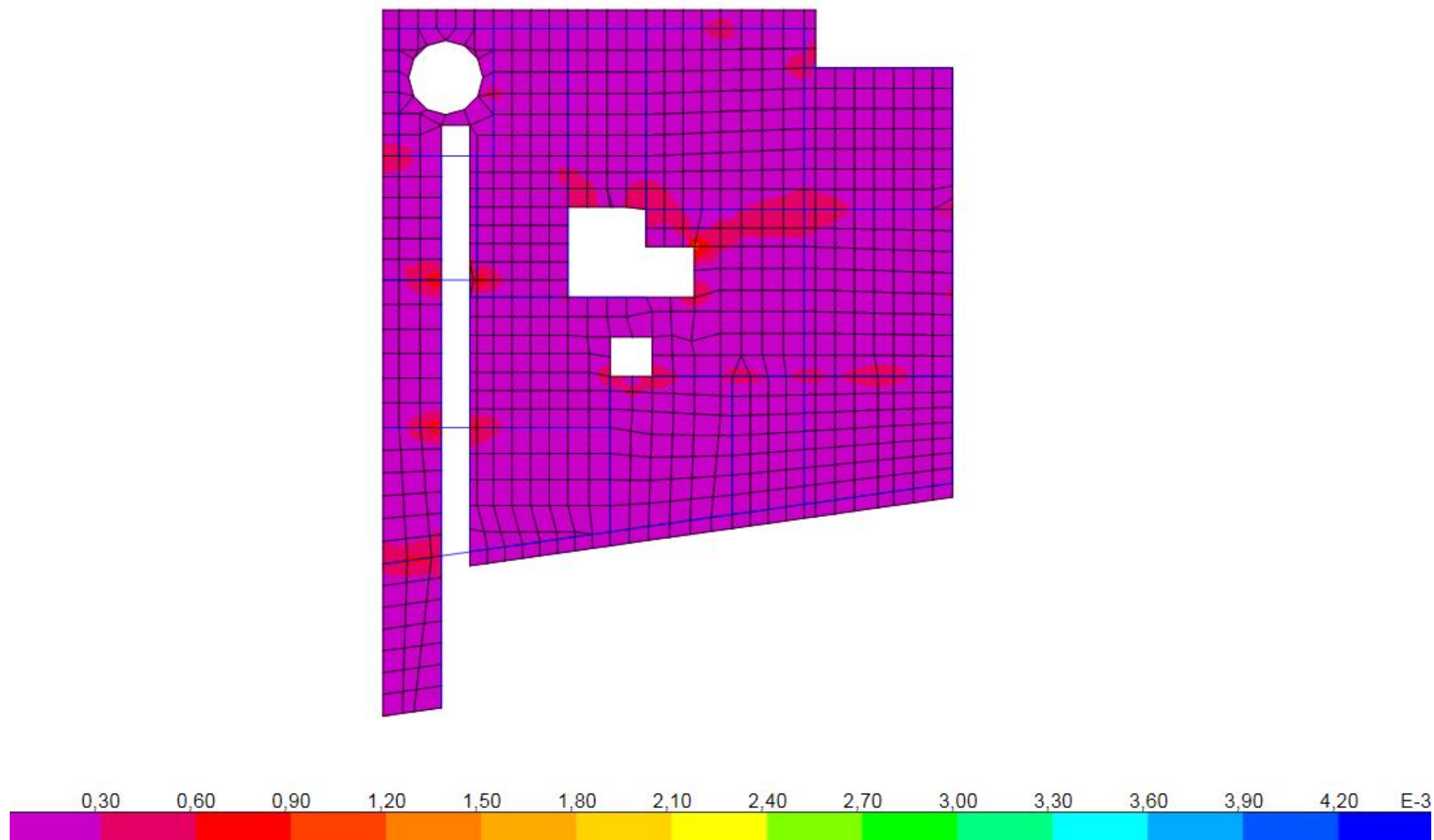


Figura A24 - Área de armaduras superior das lajes na direcção X (piso 1).

*Direcção Y*



**Figura A25 - Área de armaduras superior das lajes na direcção Y (piso 1).**

## Armatura Inferior – Piso 2

*Direcção X*

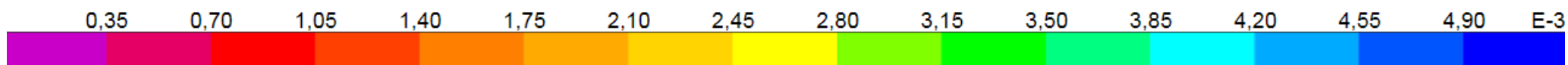
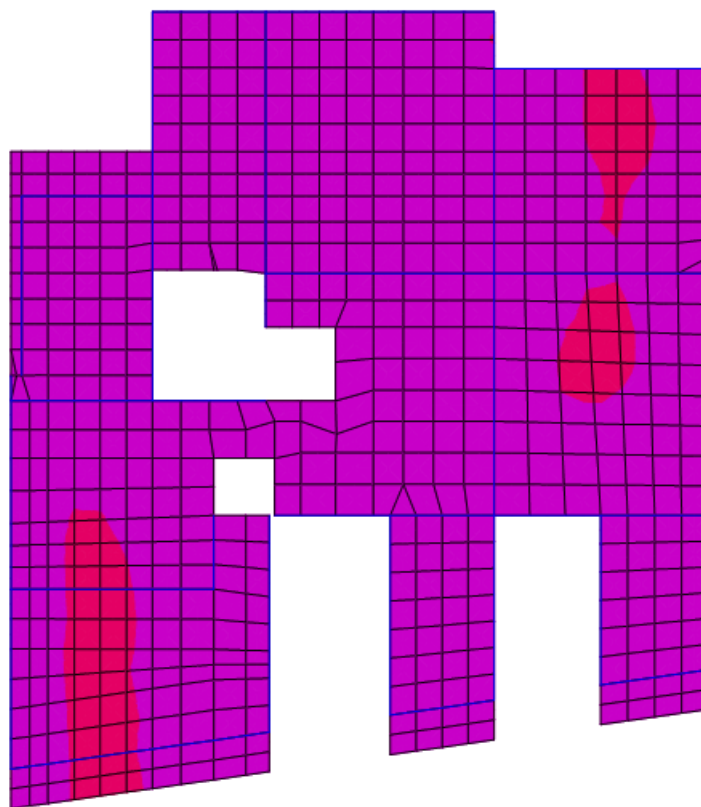
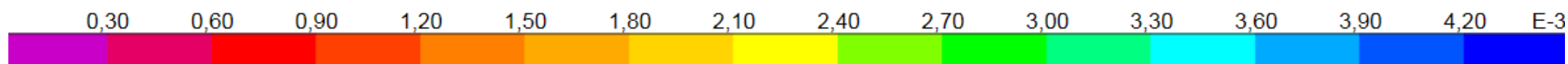
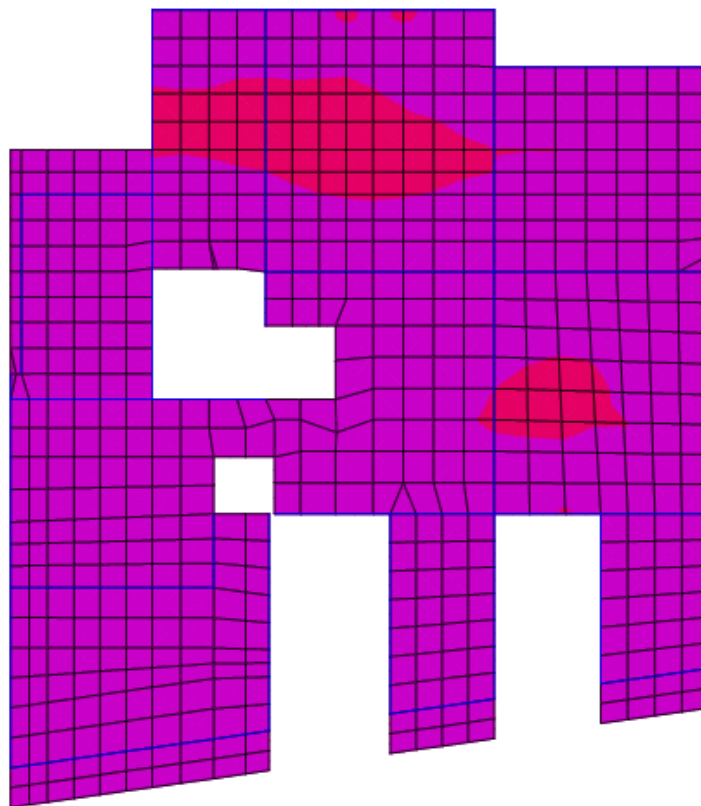


Figura A26 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção X (piso 2).

*Direcção Y*



**Figura A27 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção Y (pisso 2).**

## Armadura Superior – Piso 2

*Direcção X*

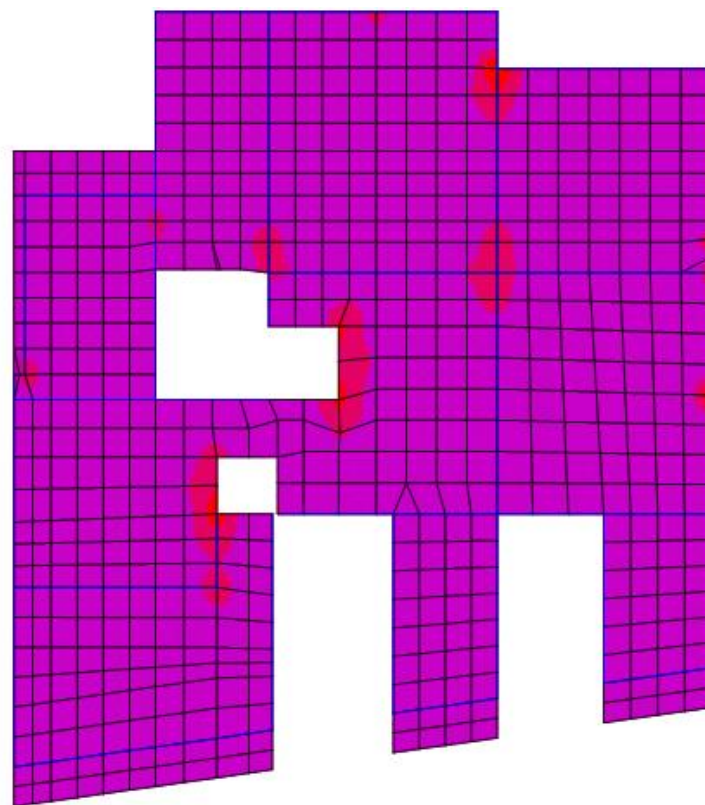
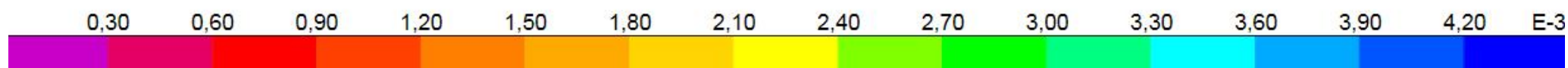
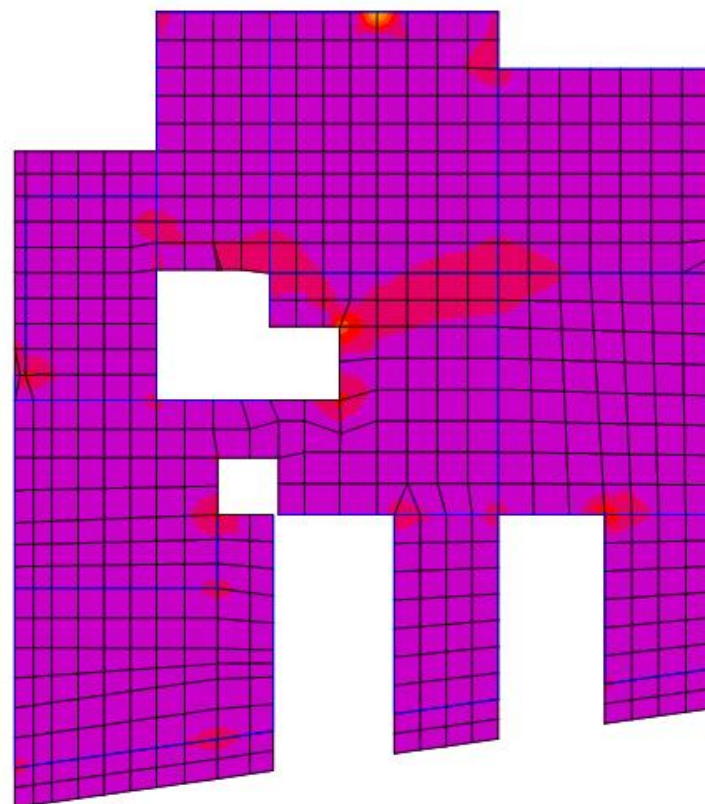


Figura A28 - Área de armaduras superior das lajes na direcção X (piso 2).

*Direcção Y*



**Figura A29 - Área de armaduras superior das lajes na direcção Y (pisso 2).**

## Armadura Inferior – Cobertura

*Direcção X*

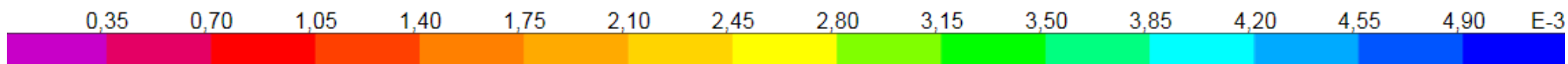
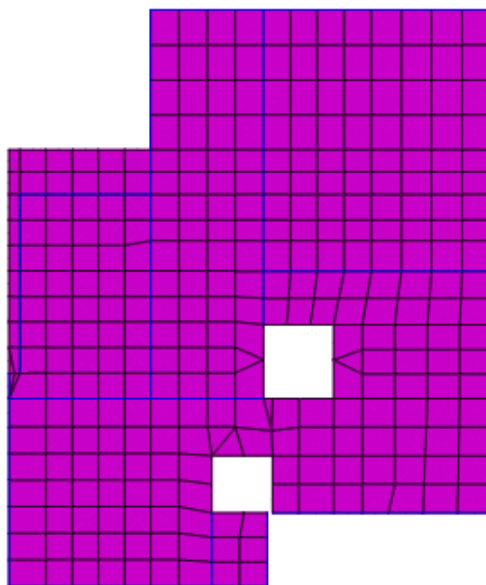
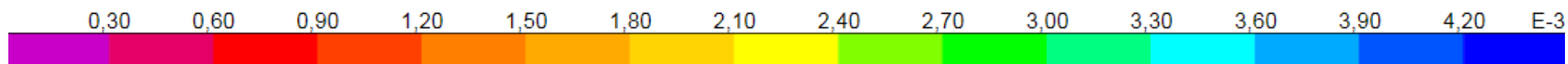
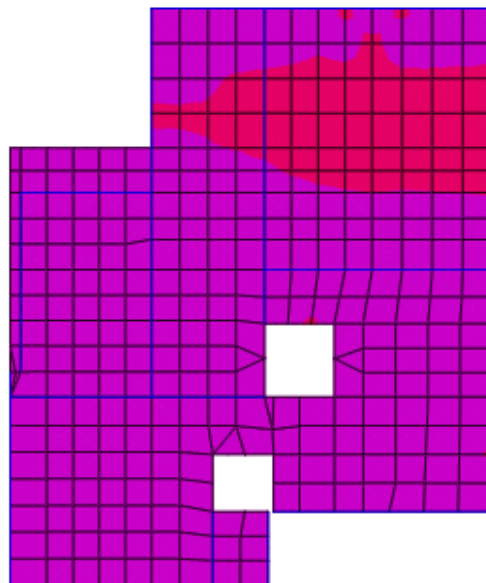


Figura A30 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção X (cobertura).



*Direcção Y*



**Figura A31 - Área de armaduras inferior das lajes na direcção Y (cobertura).**



Armadura Superior – Cobertura

*Direcção X*

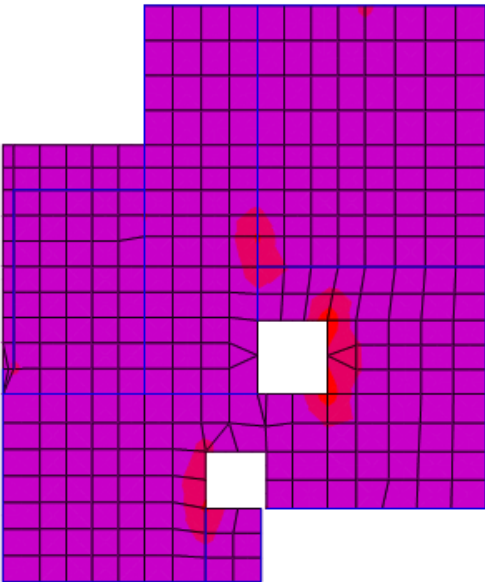
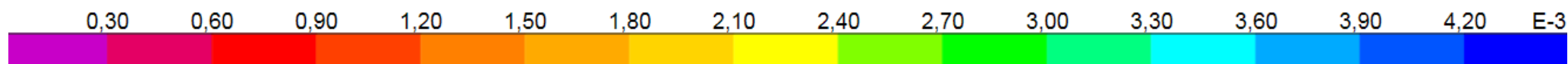
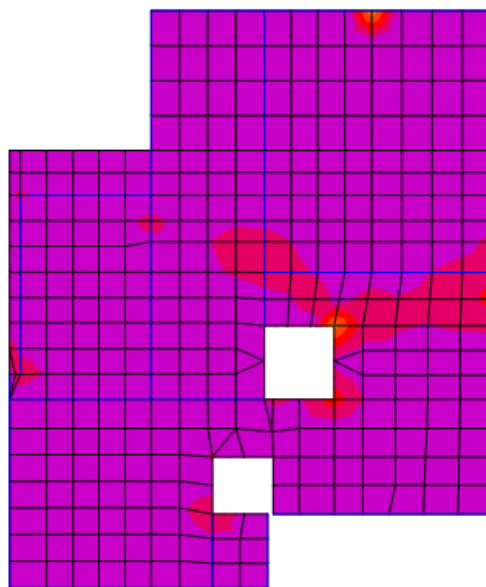


Figura A32 - Área de armaduras superior das lajes na direcção X (cobertura).

*Direcção Y*



**Figura A33 - Área de armaduras superior das lajes na direcção Y (cobertura).**

Armadura Inferior – Escadas E1

Direcção X

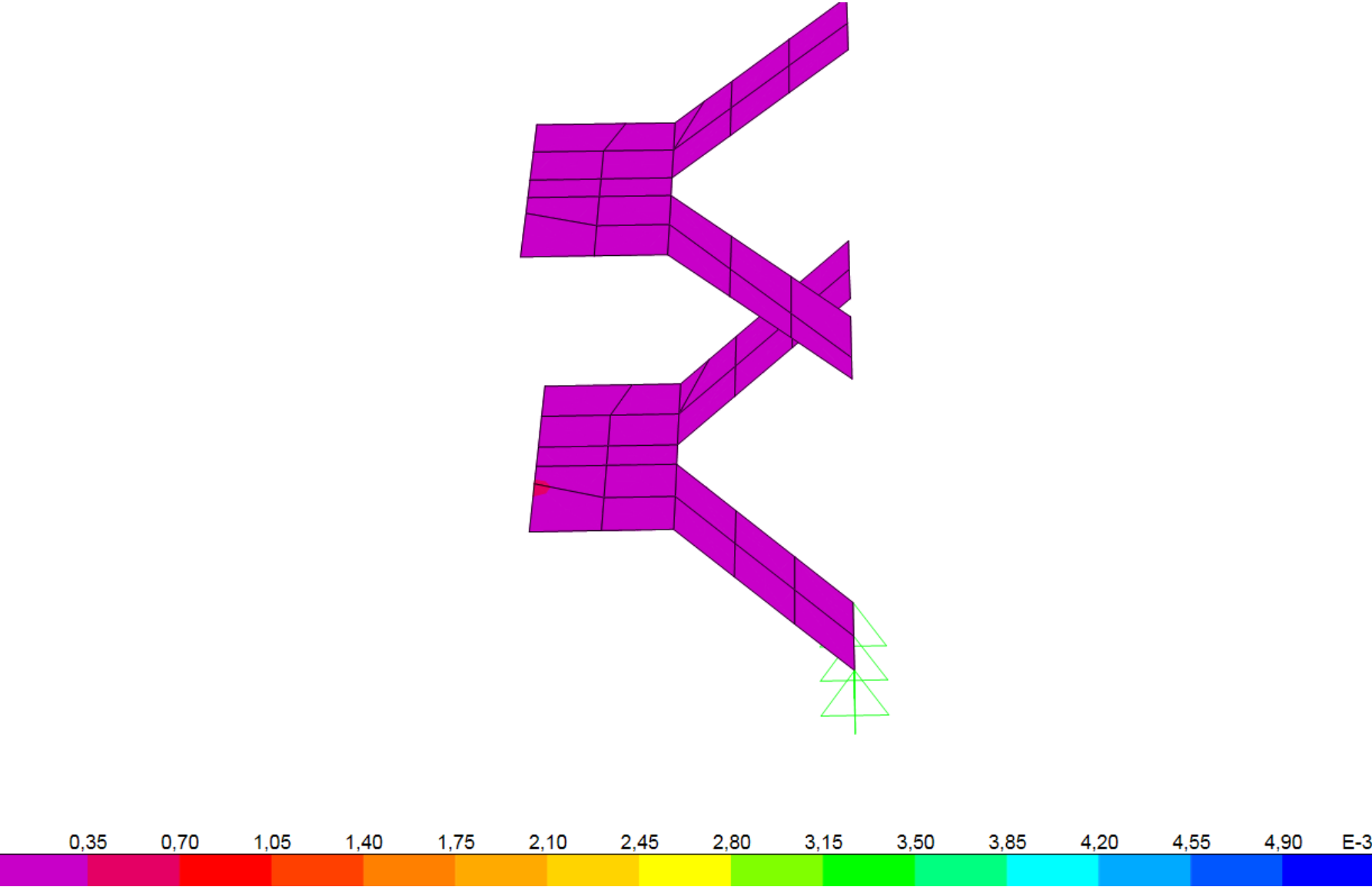
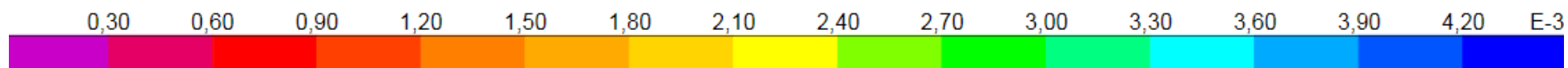
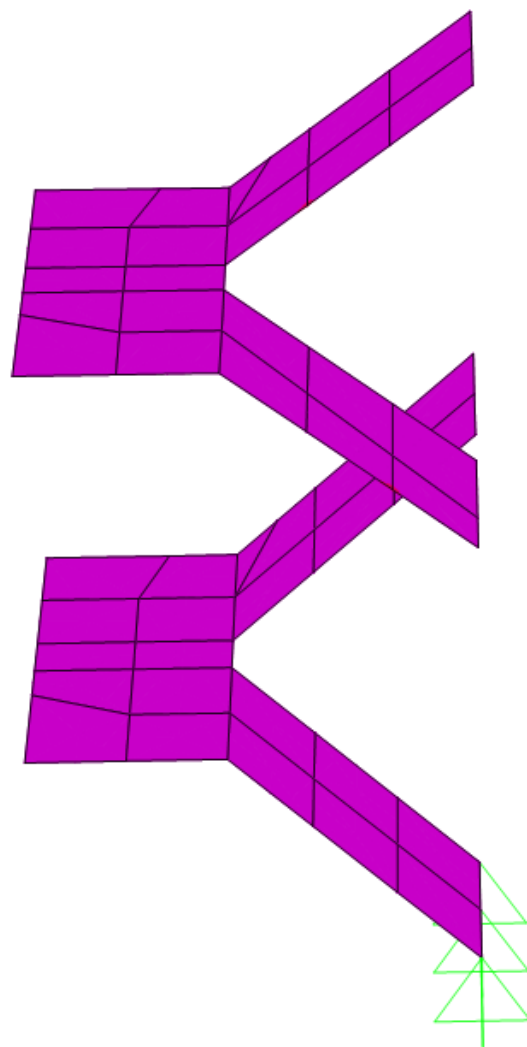


Figura A34 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção X (escadas E1).

*Direcção Y*



**Figura A35 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção Y (escadas E1).**

Armadura Superior – Escadas E1

Direcção X

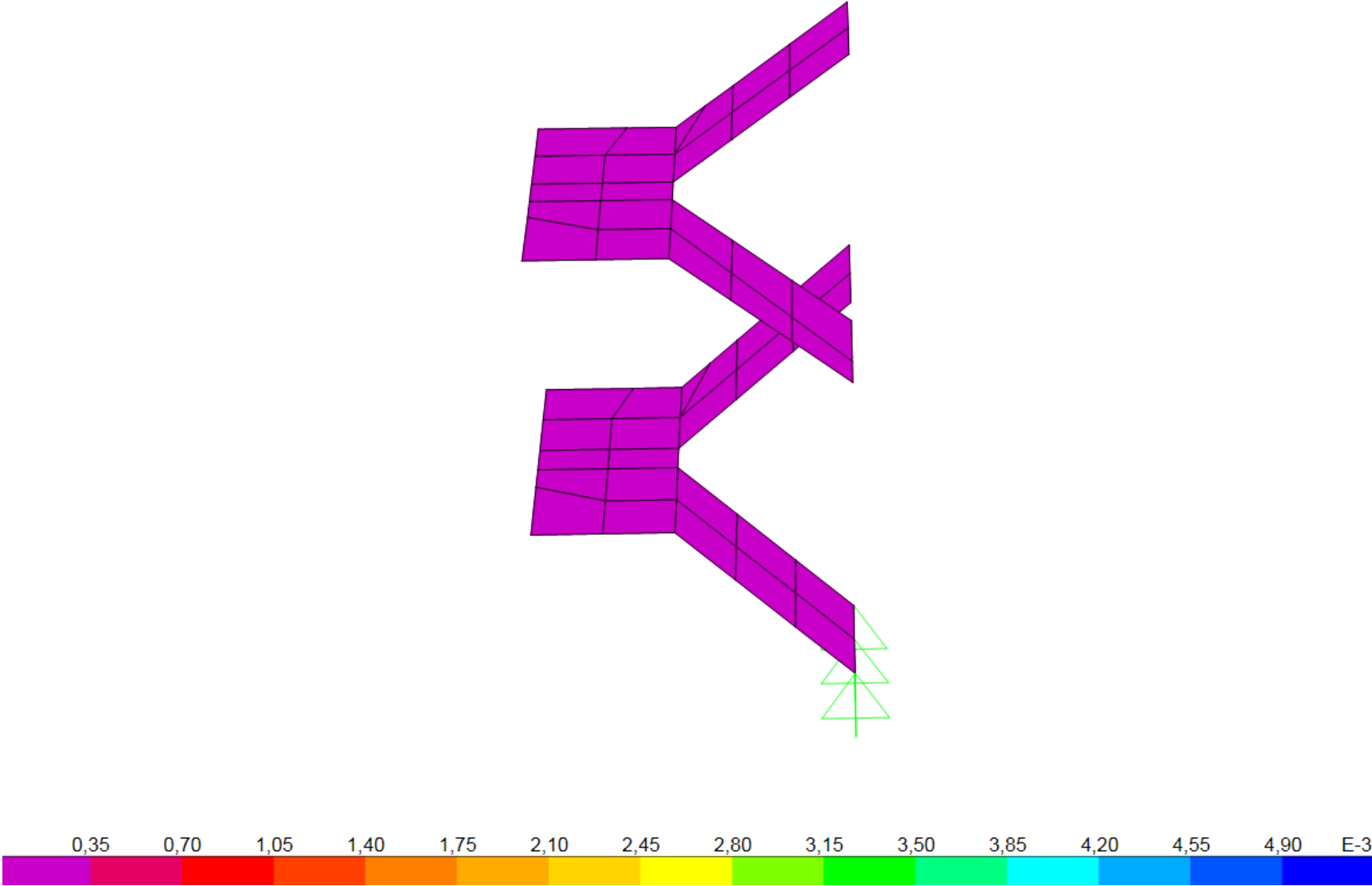
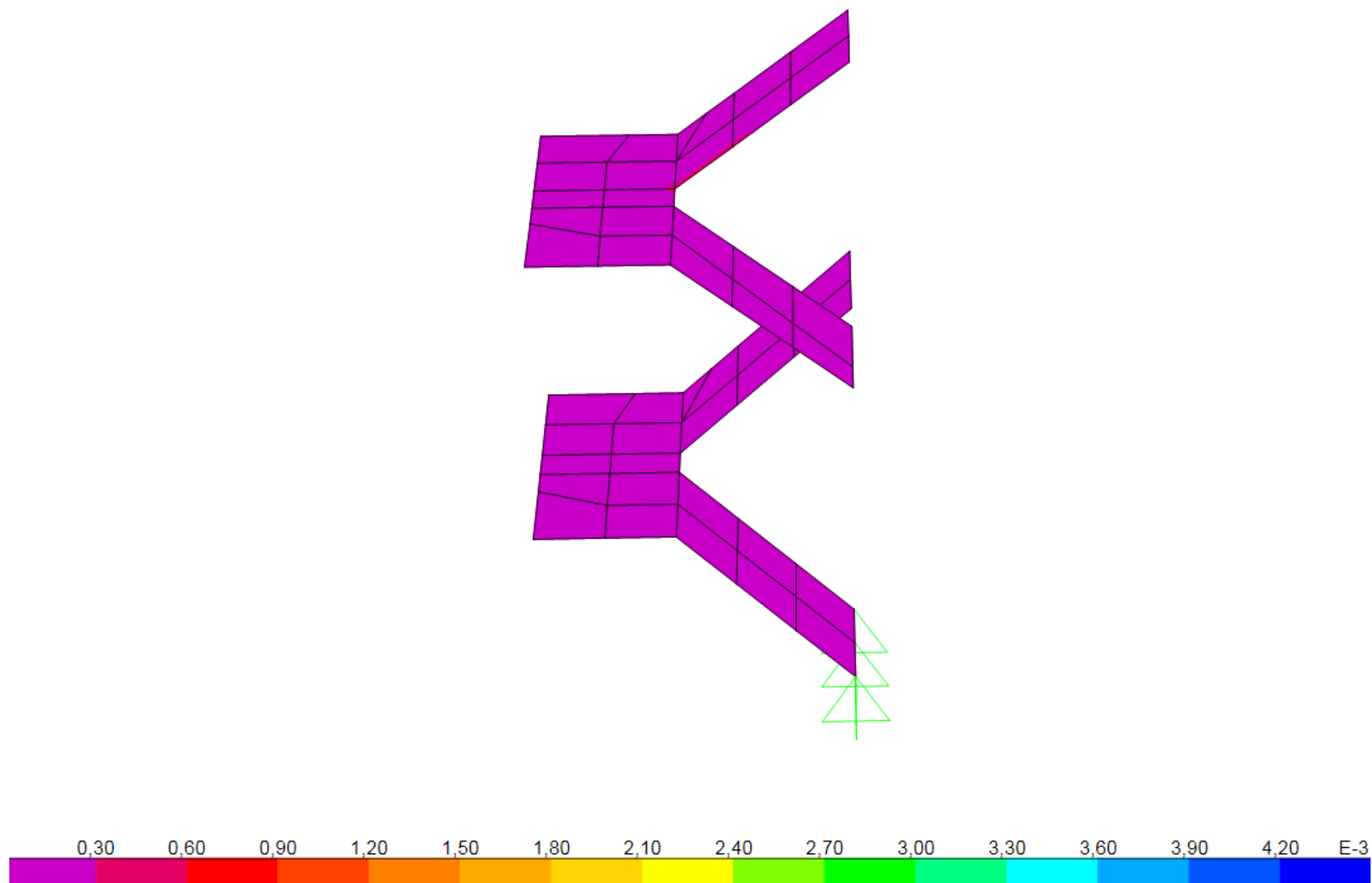


Figura A36 - Área de armaduras superior das escadas na direcção X (escadas E1).



**Figura A37 - Área de armaduras superior das escadas na direcção Y (escadas E1).**

Armadura Inferior – Escadas E2

Direcção X

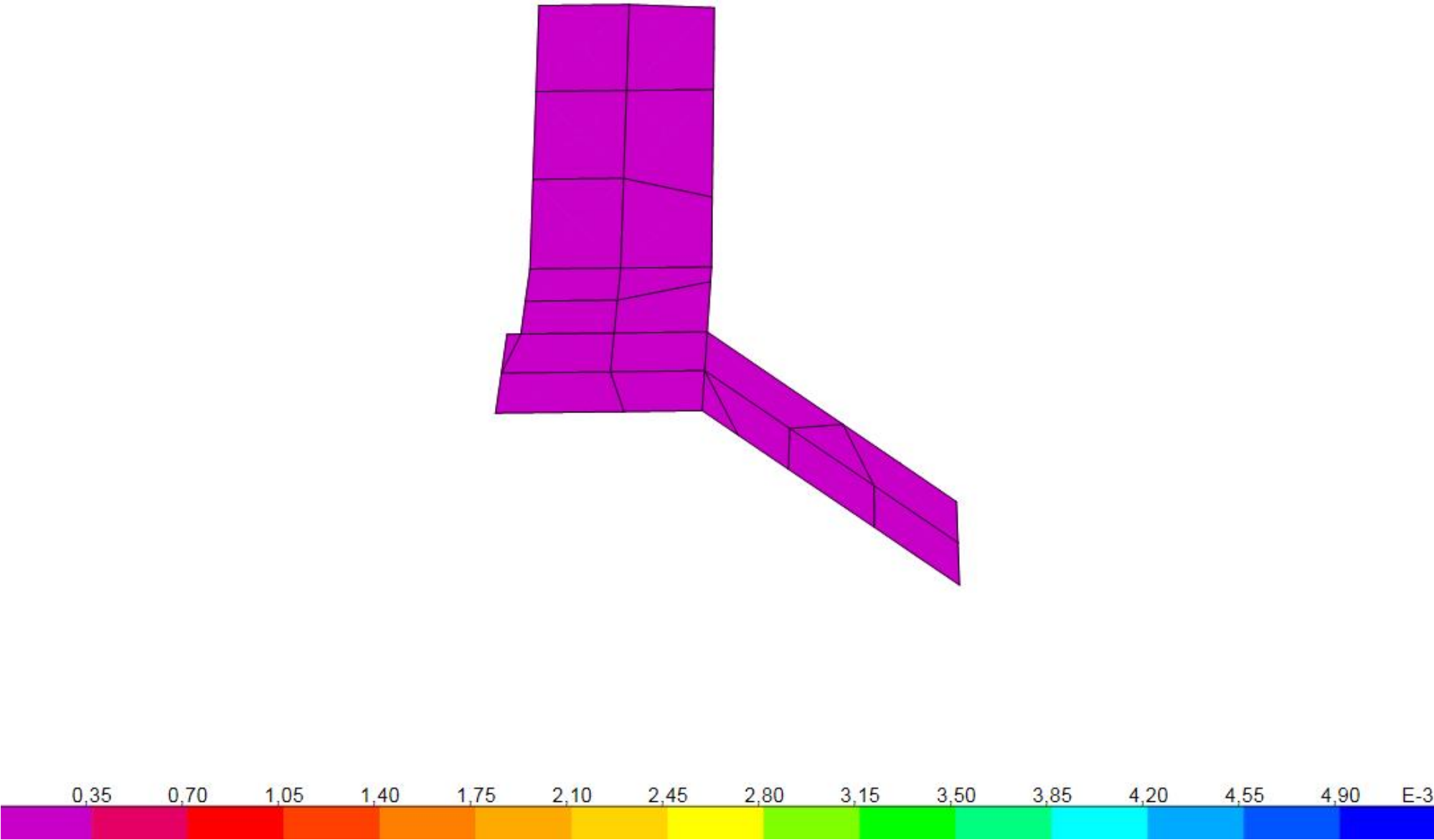
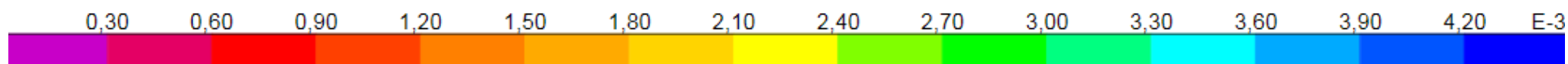
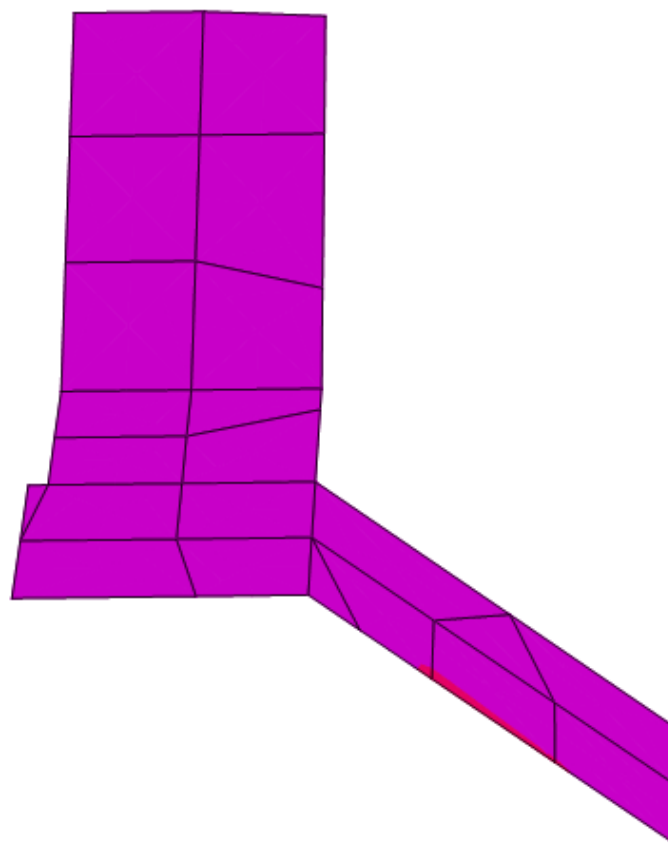


Figura A38 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção X (escadas E2).

*Direcção Y*



**Figura A39 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção Y (escadas E2).**



Armadura Superior – Escadas E2

Direcção X

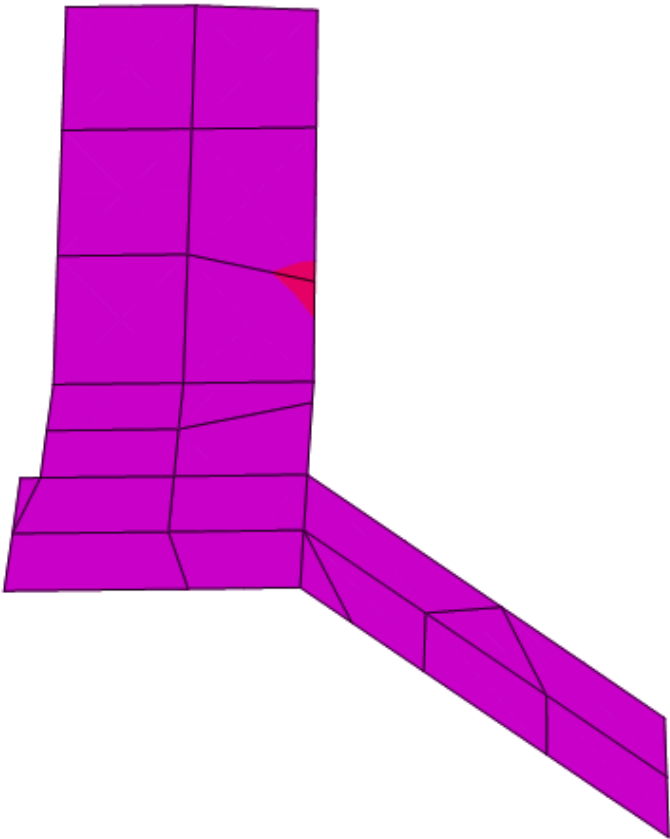
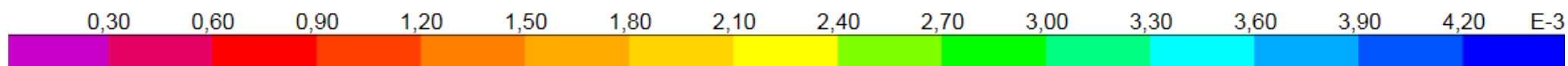
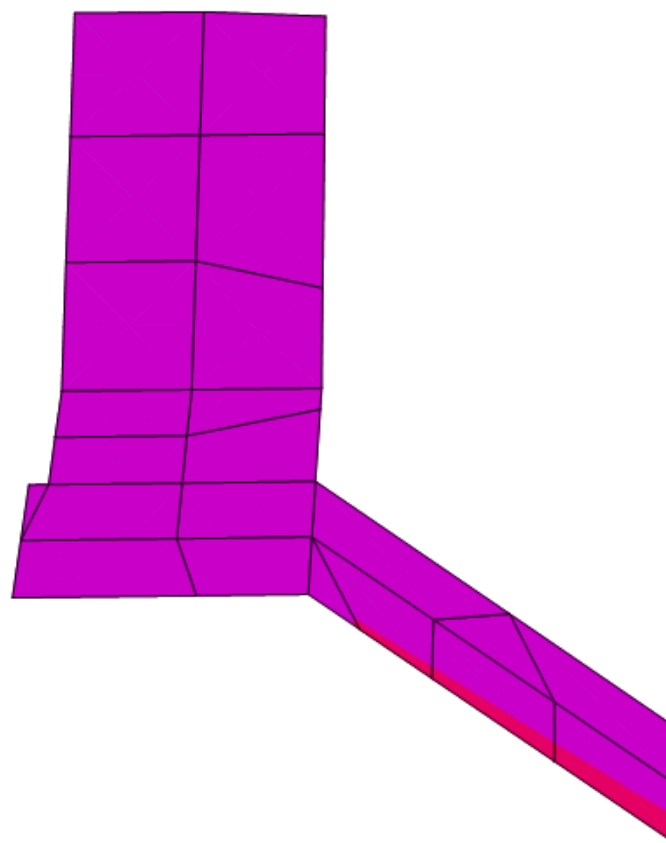


Figura A40 - Área de armaduras superior das escadas na direcção X (escadas E2).

*Direcção Y*



**Figura A41 - Área de armaduras superior das escadas na direcção Y (escadas E2).**

## Armatura Inferior – Escadas E3

*Direcção X*

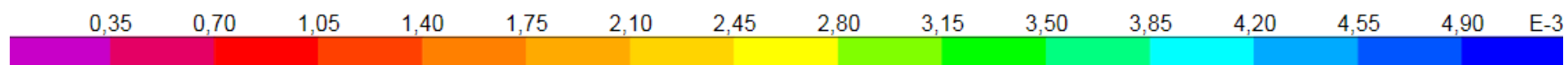
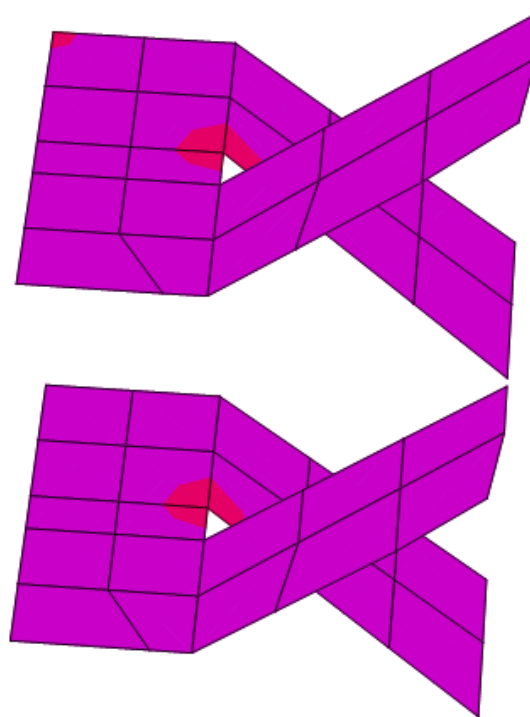
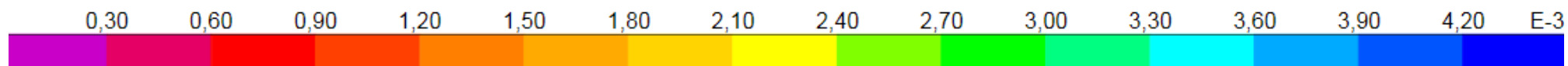
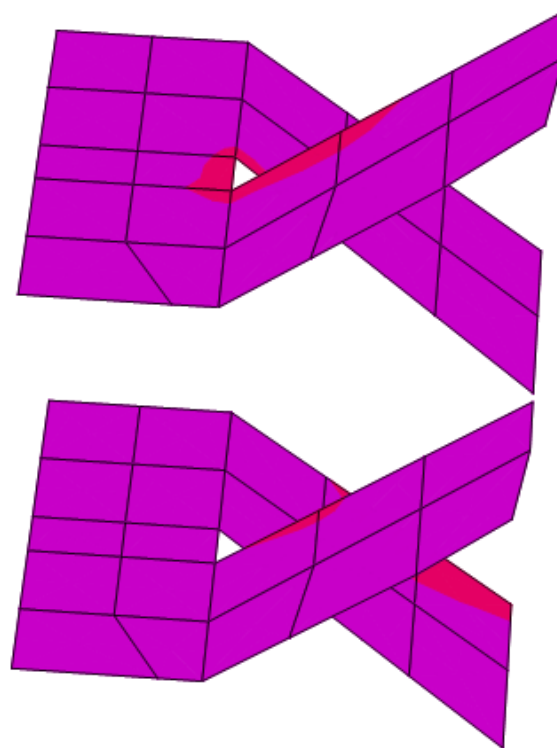


Figura A42 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção X (escadas E3).

*Direcção Y*



**Figura A43 - Área de armaduras inferior das escadas na direcção Y (escadas E3).**

## Armatura Superior – Escadas E3

*Direcção X*

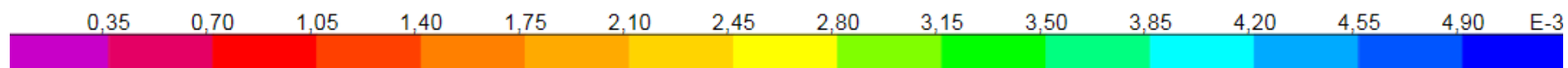
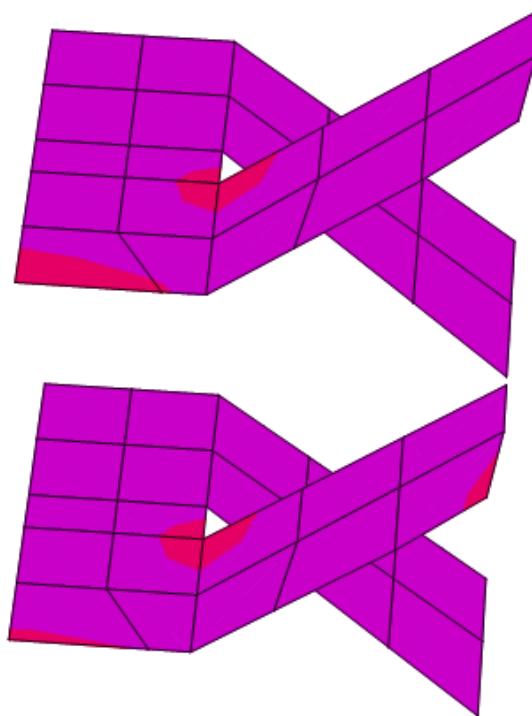
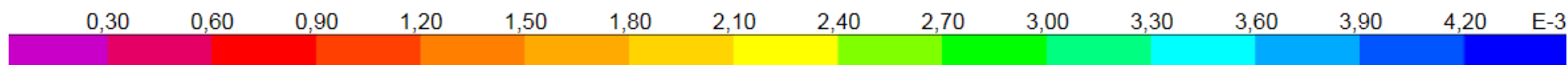
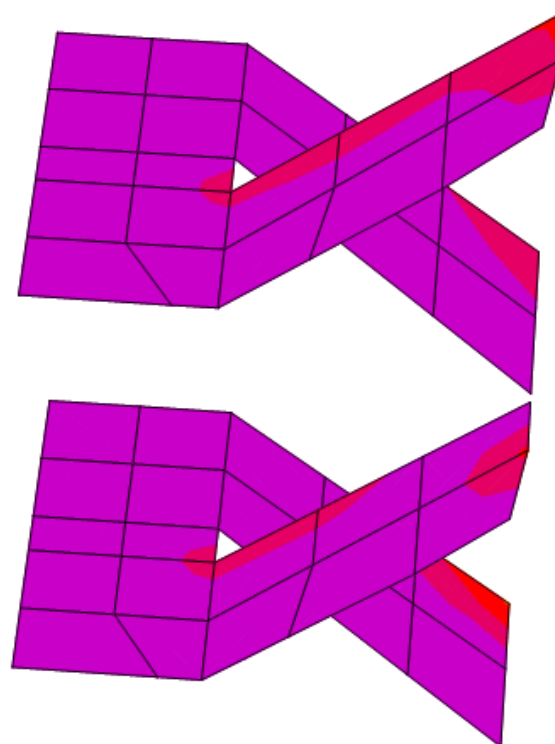


Figura A44 - Área de armaduras superior das escadas na direcção X (escadas E3).

*Direcção Y*



**Figura A45 - Área de armaduras superior das escadas na direcção Y (escadas E3).**

## Anexo 13 – Dimensionamento das Fundações

Tabela A175 - Pré-dimensionamento das sapatas com carregamento centrado e verificação da sua segurança (parte 1).

Sapata	N <sub>sd</sub> [kN]	Pilar		N <sub>corrigido</sub> [kN]	A <sub>min</sub> [m <sup>2</sup> ]	Releção de áreas	Dimensões necessárias		Dimensões Adoptadas		Área final [m <sup>2</sup> ]	Altura necessária	Altura adoptada	$\sigma_{solo}$ [MPa]
		Direcção X	Direcção y				Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y		H [m]	H [m]	
		a [m]	b [m]				A' [m]	B' [m]	A [m]	B [m]		H [m]	H [m]	
S (P28)	289,95	0,25	0,25	318,95	1,59	1,00	1,26	1,26	1,30	1,30	1,69	0,26	0,50	0,18
S (P36)	1000,57	1,25	0,30	1100,63	5,50	2,00	3,32	1,66	3,40	1,70	5,78	0,54	0,55	0,19
S (P1)	1067,94	0,30	0,45	1174,73	5,87	1,00	2,42	2,42	2,45	2,45	6,00	0,54	0,55	0,19
S (P2)	1147,92	0,30	0,35	1262,71	6,31	1,00	2,51	2,51	2,55	2,55	6,50	0,56	0,60	0,19
S (P3)	1010,02	0,30	0,35	1111,02	5,56	1,00	2,36	2,36	2,40	2,40	5,76	0,53	0,55	0,19
S (P4)	893,89	0,30	0,35	983,28	4,92	1,00	2,22	2,22	2,25	2,25	5,06	0,49	0,50	0,19
S (P37)	768,85	0,30	0,30	845,74	4,23	1,00	2,06	2,06	2,10	2,10	4,41	0,45	0,50	0,19
S (P15)	1086,72	0,40	0,30	1195,39	5,98	1,00	2,44	2,44	2,45	2,45	6,00	0,54	0,55	0,19
S (P16)	851,60	0,30	0,35	936,76	4,68	1,00	2,16	2,16	2,20	2,20	4,84	0,48	0,50	0,19
S (P30)	570,77	0,30	0,30	627,85	3,14	1,00	1,77	1,77	1,80	1,80	3,24	0,38	0,50	0,19
S (P31)	390,90	0,25	0,25	429,99	2,15	1,00	1,47	1,47	1,50	1,50	2,25	0,31	0,50	0,18
S (P5)	782,45	0,30	0,30	860,70	4,30	1,00	2,07	2,07	2,10	2,10	4,41	0,45	0,50	0,19
S (P6)	1076,38	0,30	0,50	1184,02	5,92	1,00	2,43	2,43	2,45	2,45	6,00	0,54	0,55	0,19
S (P38)	544,73	0,30	0,30	599,20	3,00	1,00	1,73	1,73	1,75	1,75	3,06	0,36	0,50	0,19
S (P39)	630,53	0,30	0,30	693,58	3,47	1,00	1,86	1,86	1,90	1,90	3,61	0,40	0,50	0,18
S (P40)	2477,76	0,30	1,30	2725,54	13,63	2,00	2,61	5,22	2,70	5,40	14,58	1,03	1,00	0,19
S (P17)	2299,63	0,30	1,30	2529,59	12,65	2,00	2,51	5,03	2,60	5,20	13,52	0,98	1,00	0,20
S (P7)	722,50	0,35	0,45	794,75	3,97	1,00	1,99	1,99	2,00	2,00	4,00	0,41	0,50	0,19
S (P41)	2035,88	2,00	0,30	2239,47	11,20	2,00	4,73	2,37	4,80	2,40	11,52	0,70	0,70	0,19
S (P10)	719,01	0,30	0,40	790,91	3,95	1,00	1,99	1,99	2,00	2,00	4,00	0,43	0,50	0,19
S (P42)	255,98	0,25	0,30	281,58	1,41	1,00	1,19	1,19	1,20	1,20	1,44	0,24	0,50	0,19
S (Cx1)	2627,08	2,23	2,19	2889,79	14,45	1,00	3,80	3,80	3,80	3,80	14,44	0,40	0,50	0,19
S (P43)	483,21	0,30	0,30	531,53	2,66	1,00	1,63	1,63	1,65	1,65	2,72	0,34	0,50	0,19
S (P18)	944,55	0,30	0,40	1039,01	5,20	1,00	2,28	2,28	2,30	2,30	5,29	0,50	0,50	0,19
S (Cx2)	2205,68	1,80	1,84	2426,25	12,13	1,00	3,48	3,48	3,50	3,50	12,25	0,43	0,50	0,19
S (P11)	630,06	0,30	0,30	693,07	3,47	1,00	1,86	1,86	1,90	1,90	3,61	0,40	0,50	0,18

Tabela A176 - Pré-dimensionamento das sapatas com carregamento centrado e verificação da sua segurança (parte 2).

Sapata	N <sub>sd</sub> [kN]	Pilar		N <sub>corrigido</sub> [kN]	A <sub>min</sub> [m <sup>2</sup> ]	Releção de áreas	Dimensões necessárias		Dimensões Adoptadas		Área final [m <sup>2</sup> ]	Altura necessária H [m]	Altura adoptada H [m]	σ <sub>solo</sub> [MPa]
		Direcção X	Direcção y				Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y				
		a [m]	b [m]				A' [m]	B' [m]	A [m]	B [m]				
S (P12)	1040,39	0,30	0,30	1144,43	5,72	1,00	2,39	2,39	2,40	2,40	5,76	0,53	0,55	0,19
S (P19)	1035,61	0,30	0,30	1139,17	5,70	1,00	2,39	2,39	2,40	2,40	5,76	0,53	0,55	0,19
S (P20)	859,07	0,30	0,35	944,98	4,72	1,00	2,17	2,17	2,20	2,20	4,84	0,48	0,50	0,19
S (P44)	1977,68	1,45	0,30	2175,45	10,88	2,00	4,66	2,33	4,80	2,40	11,52	0,84	0,85	0,19
S (P14)	545,54	0,40	0,30	600,09	3,00	1,00	1,73	1,73	1,75	1,75	3,06	0,36	0,50	0,19
S (P45)	488,74	0,30	0,30	537,61	2,69	1,00	1,64	1,64	1,65	1,65	2,72	0,34	0,50	0,19
S (P46)	458,45	0,30	0,30	504,30	2,52	1,00	1,59	1,59	1,60	1,60	2,56	0,33	0,50	0,19
S (P21)	907,63	0,30	0,40	998,39	4,99	1,00	2,23	2,23	2,25	2,25	5,06	0,49	0,50	0,19
S (P22)	954,03	0,30	0,40	1049,43	5,25	1,00	2,29	2,29	2,35	2,35	5,52	0,51	0,55	0,19
S (P23)	864,48	0,30	0,40	950,93	4,75	1,00	2,18	2,18	2,20	2,20	4,84	0,48	0,50	0,19
S (P24)	860,12	0,30	0,40	946,13	4,73	1,00	2,18	2,18	2,20	2,20	4,84	0,48	0,50	0,19
S (P25)	725,79	0,30	0,40	798,37	3,99	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	4,00	0,43	0,50	0,19
S (P26)	1065,20	0,30	0,35	1171,72	5,86	1,00	2,42	2,42	2,45	2,45	6,00	0,54	0,55	0,19
S (P27)	950,65	0,30	0,45	1045,72	5,23	1,00	2,29	2,29	2,35	2,35	5,52	0,51	0,55	0,19
S (P34)	971,80	1,10	0,30	1068,98	5,34	2,00	3,27	1,63	3,30	1,65	5,45	0,55	0,55	0,19



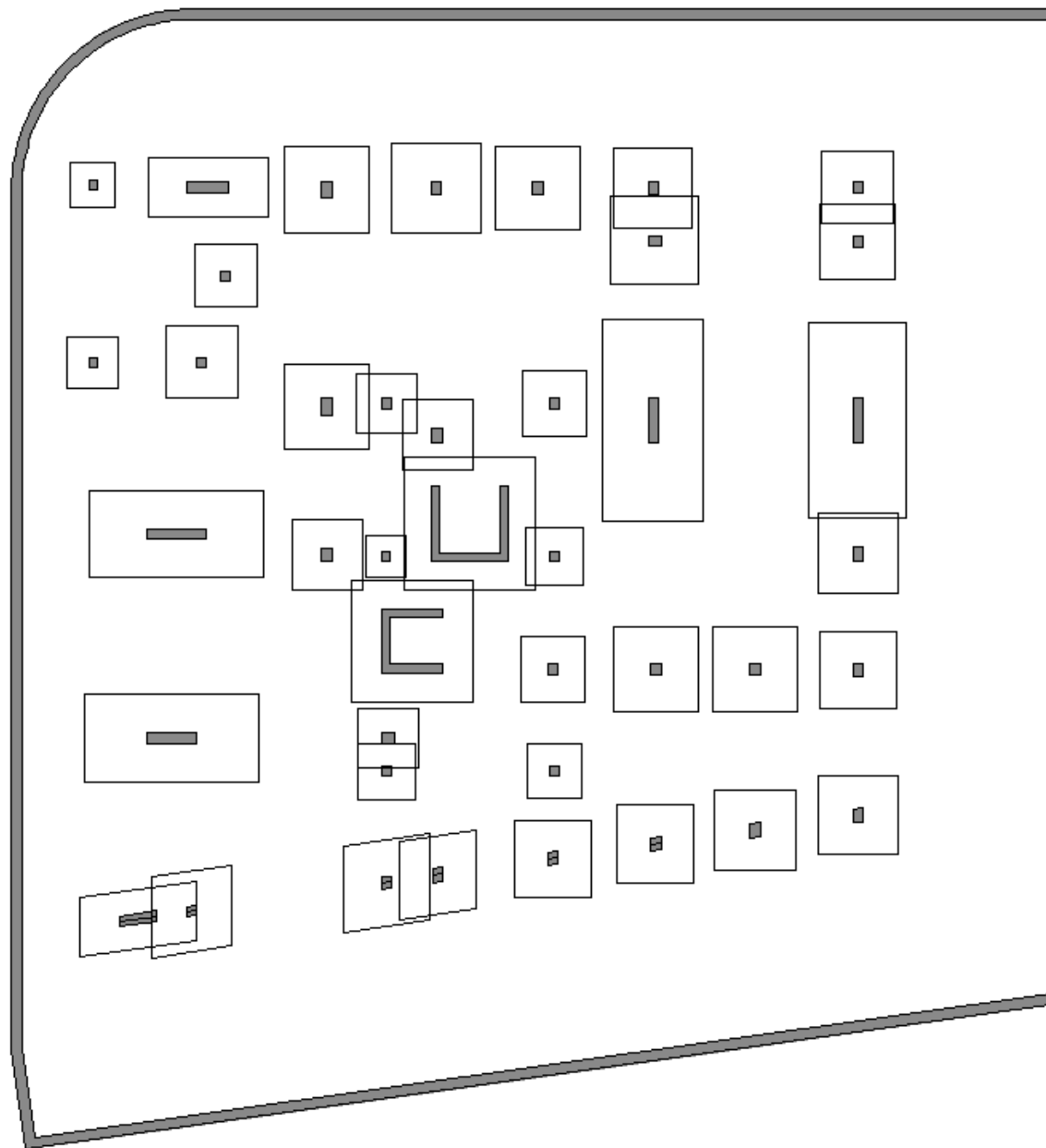
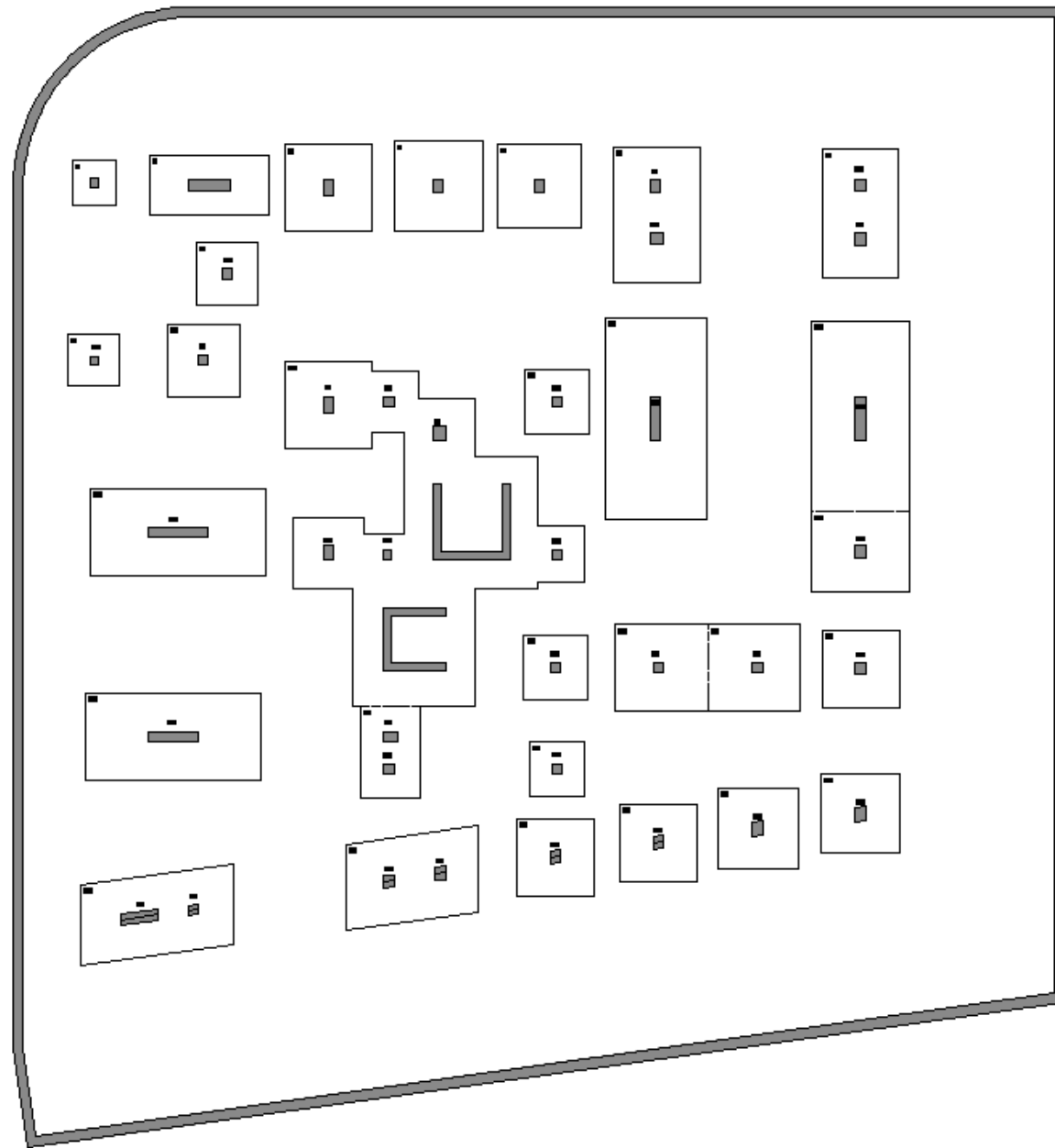


Figura A46 - Mapa de Sapatas isoladas obtido do pré-dimensionamento de sapatas com carregamento centrado.



**Figura A47 - Mapa de Sapatas aisladas adoptado.**

Tabela A177 - Armaduras adoptadas para as sapatas isoladas (parte 1).

Sapata	N <sub>base</sub> [kN]	Y	Sapata		Pilar		Altura adoptada	d [m]	Força de Tracção		Armadura necessária		A <sub>s,adoptada</sub> Segundo x		A <sub>s,adoptada</sub> Segundo y	
			Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y			Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y	Varões [Ø//s]	(A <sub>s,x</sub> /s) [cm²/m]	Varões [Ø//s]	(A <sub>s,y</sub> /s) [cm²/m]
			A [m]	B [m]	a [m]	b [m]			Ft <sub>sd</sub> [kN]	Ft <sub>sd</sub> [kN]	A <sub>s,x</sub> [cm²/m]	A <sub>s,y</sub> [cm²/m]				
S1	302,63	1,5	1,30	1,30	0,25	0,25	0,50	0,45	238,32	238,32	4,22	4,22	10 // 0,150	5,24	10 // 0,150	5,24
S2	1080,05		3,40	1,70	1,25	0,30	0,55	0,50	870,79	567,02	11,78	3,84	16 // 0,150	13,40	10 // 0,150	5,24
S3	1150,47		2,45	2,45	0,30	0,45	0,55	0,50	927,57	862,86	8,71	8,10	12 // 0,125	9,05	12 // 0,125	9,05
S4	1245,46		2,55	2,55	0,30	0,35	0,60	0,55	955,32	934,09	8,62	8,43	12 // 0,125	9,05	12 // 0,125	9,05
S5	1089,22		2,40	2,40	0,30	0,35	0,55	0,50	857,76	837,34	8,22	8,02	12 // 0,125	9,05	12 // 0,125	9,05
S6	2103,40		2,35	3,80	0,30	0,35	0,55	0,50	1616,99	2721,27	9,79	26,63	12 // 0,100	11,31	20 // 0,125 10 // 0,125	31,42
S7	1723,58		2,20	3,75	0,40	0,30	0,50	0,45	1292,68	2477,64	7,93	25,90	12 // 0,125	9,05	20 // 0,125 10 // 0,125	31,42
S8	603,17		1,80	1,80	0,30	0,30	0,50	0,45	484,69	484,69	6,19	6,19	12 // 0,150	7,54	12 // 0,150	7,54
S9	410,59		1,50	1,50	0,25	0,25	0,50	0,45	320,77	320,77	4,92	4,92	10 // 0,150	5,24	10 // 0,150	5,24
S10	832,06		2,10	2,10	0,30	0,30	0,50	0,45	702,05	702,05	7,69	7,69	10 // 0,100	7,85	10 // 0,100	7,85
S11	2825,63		3,80	3,80	2,23	2,19	0,55	0,50	1663,59	1705,97	10,07	10,33	12 // 0,100	11,31	12 // 0,100	11,31
S12	666,63		1,90	1,90	0,30	0,30	0,50	0,45	571,40	571,40	6,92	6,92	12 // 0,150	7,54	12 // 0,150	7,54
S13	2860,49		2,70	5,40	0,30	1,30	1,05	1,00	1287,22	2199,00	5,48	18,73	10 // 0,125	6,28	16 // 0,100	20,11
S14	2637,63		2,60	5,20	0,30	1,30	1,00	0,95	1197,35	2030,28	5,30	17,96	10 // 0,125	6,28	16 // 0,100	20,11
S15	2237,48		4,80	2,40	2,00	0,30	0,70	0,65	1807,20	1355,40	17,32	6,49	16 // 0,100	20,11	12 // 0,150	7,54
S16	1024,18		2,60	2,45	0,30	0,40	0,50	0,45	981,50	874,82	9,21	7,74	12 // 0,100	11,31	12 // 0,125	9,05
S17	666,16		1,90	1,90	0,30	0,30	0,50	0,45	570,99	570,99	6,91	6,91	12 // 0,150	7,54	12 // 0,150	7,54
S18	1119,59		2,40	2,40	0,30	0,30	0,55	0,50	881,68	881,68	8,45	8,45	12 // 0,125	9,05	12 // 0,125	9,05
S19	1114,81		2,40	2,40	0,30	0,30	0,55	0,50	877,91	877,91	8,41	8,41	12 // 0,125	9,05	12 // 0,125	9,05
S20	919,57		2,20	2,20	0,30	0,35	0,50	0,45	727,99	708,84	7,61	7,41	10 // 0,100	7,85	12 // 0,150	7,54
S21	1977,68		4,80	2,40	1,45	0,30	0,85	0,80	1552,79	973,39	14,88	4,66	16 // 0,125	16,08	10 // 0,150	5,24
S22	1080,66		1,75	2,65	0,40	0,30	0,50	0,45	781,55	1360,47	6,78	17,88	12 // 0,150	7,54	16 // 0,100	20,11

Tabela A178 - Armaduras adoptadas para as sapatas isoladas (parte 2).

Sapata	N <sub>base</sub> [kN]	Y	Sapata		Pilar		Altura adoptada	d [m]	Força de Tracção		Armadura necessária		A <sub>s,adoptada</sub> Segundo x		A <sub>s,adoptada</sub> Segundo y	
			Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y			Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y	Varões [Ø/s]	(A <sub>s,x/s</sub> ) [cm²/m]	Varões [Ø/s]	(A <sub>s,y/s</sub> ) [cm²/m]
			A [m]	B [m]	a [m]	b [m]			Ft <sub>sd</sub> [kN]	Ft <sub>sd</sub> [kN]	A <sub>s,x</sub> [cm²/m]	A <sub>s,y</sub> [cm²/m]				
S23	480,85	1,5	1,60	1,60	0,30	0,30	0,50	0,45	390,69	390,69	5,62	5,62	10 // 0,125	6,28	10 // 0,125	6,28
S24	970,91		2,25	2,25	0,30	0,40	0,50	0,45	788,87	748,41	8,06	7,65	12 // 0,125	9,05	10 // 0,100	7,85
S25	1029,96		2,35	2,35	0,30	0,40	0,55	0,50	791,79	753,16	7,75	7,37	10 // 0,100	7,85	12 // 0,150	7,54
S26	924,98		2,20	2,20	0,30	0,40	0,50	0,45	732,28	693,74	7,66	7,25	10 // 0,100	7,85	12 // 0,150	7,54
S27	920,62		2,20	2,20	0,30	0,40	0,50	0,45	728,82	690,47	7,62	7,22	10 // 0,100	7,85	12 // 0,150	7,54
S28	1919,90		3,75	2,50	0,30	0,35	0,55	0,50	2483,87	1547,92	22,85	9,49	20 // 0,125	25,13	20 // 0,125	25,13
S29	2064,63		4,40	2,35	0,30	0,35	0,55	0,50	3174,36	1548,47	31,07	8,09	20 // 0,125 12 // 0,125	34,18	12 // 0,125	9,05

Tabela A179 - Pré-dimensionamento das sapatas dos muros de contenção (sapatas laterais contínuas).

Sap. Muro	N <sub>Total</sub> [kN]	L <sub>Total</sub> [kN]	N <sub>Sd</sub> [kN/m]	Muro		N <sub>corR.</sub> [kN/m]	A <sub>min</sub> [m²]	Dimensões necessárias		Dimensões Adoptadas		Área final [m²]	Altura necessária	Altura adoptada	σ <sub>solo</sub> [MPa]
				Comprimento [m]	Espessura [m]			Comprimento [m]	Largura [m]	Comprimento [m]	Largura [m]		H [m]	H [m]	
SM1	4308,28	25,50	168,95	1,00	0,30	185,85	0,93	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	0,35	0,50	0,18
SM2	4818,58	29,00	166,16	1,00	0,30	182,77	0,91	1,00	0,91	1,00	1,00	1,00	0,35	0,50	0,18
SM3	5363,46	30,50	175,85	1,00	0,30	193,44	0,97	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,35	0,50	0,19
SM4	4274,49	27,80	153,76	1,00	0,30	169,13	0,85	1,00	0,85	1,00	0,85	0,85	0,28	0,50	0,19

Tabela A180 - Armaduras adoptadas para as sapatas laterais contínuas.

Sapata Muro	N <sub>base</sub> [kN]	Y	Sapata		Muro		Altura adoptada	d [m]	Força de Tracção	Armaduras	Varões [Ø/s]	(A <sub>s</sub> /s) <sub>adoptada</sub> [cm²/m]
			Comprimento [m]	Largura [m]	Comprimento [m]	Espessura [m]			Ft <sub>sd</sub> [kN]	A <sub>s</sub> [cm²/m]		
							H [m]					
SM1	178,95	1,50	1,00	1,00	1,00	0,30	0,50	0,45	268,43	6,174	10 // 0,125	6,28
SM2	176,16		1,00	1,00	1,00	0,30	0,50	0,45	264,24	6,077	10 // 0,125	6,28
SM3	185,85		1,00	1,00	1,00	0,30	0,50	0,45	278,78	6,412	12 // 0,150	7,54
SM4	162,26		1,00	0,85	1,00	0,30	0,50	0,45	191,23	4,398	10 // 0,150	5,24

## **Anexo 14 – Peças Desenhadas**

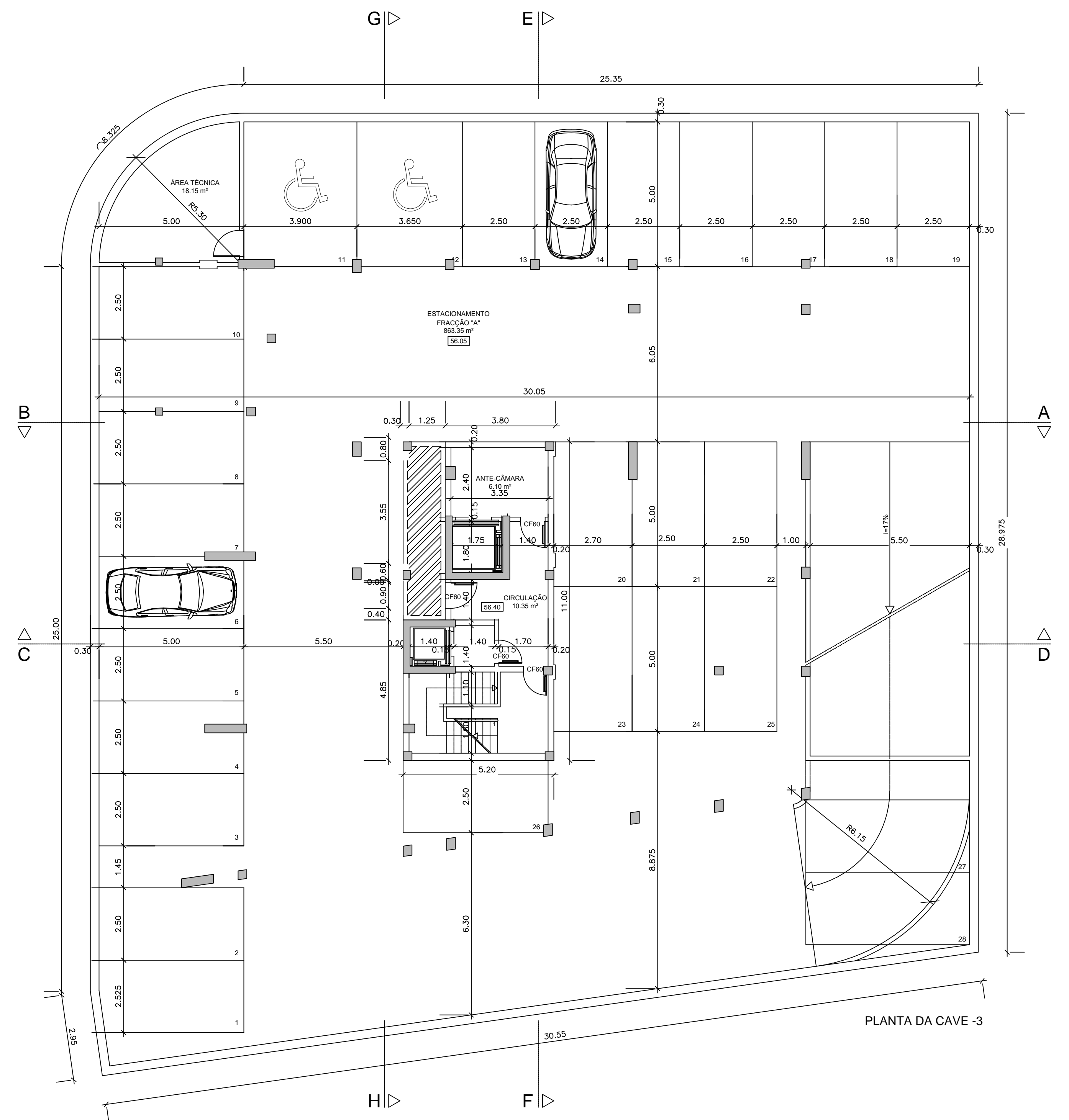
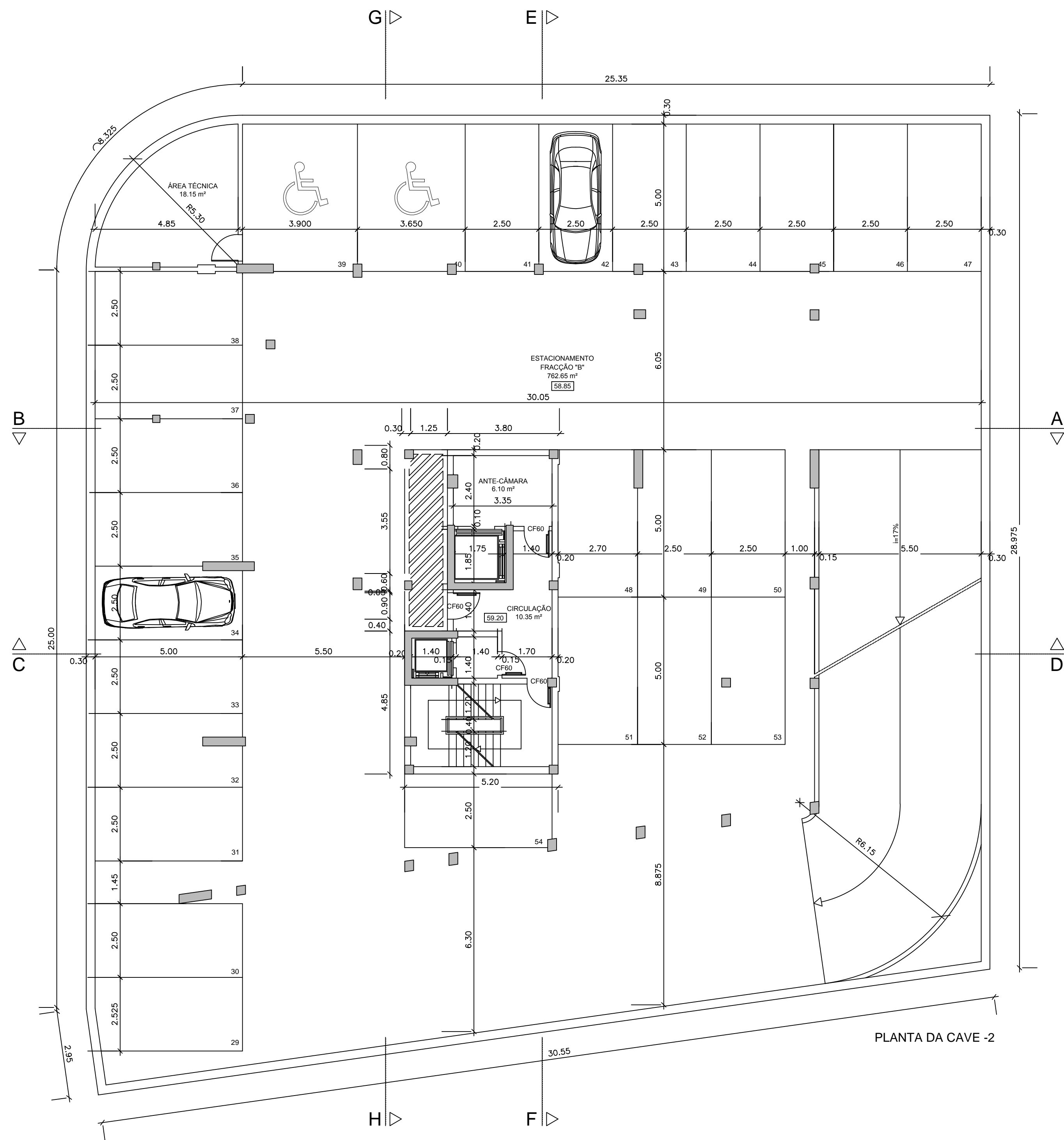



## **Lista de Peças Desenhadas**

<b>Designação</b>	<b>Desenhos</b>
<b>Arquitectura - Plantas</b>	1/67 até 4/67
<b>Arquitectura - Cortes e Alçados</b>	5/67 até 8/67
<b>Dimensionamento - Plantas</b>	9/67 até 15/67
<b>Betão Armado – Pilares e Paredes</b>	16/67 até 24/67
<b>Betão Armado - Vigas</b>	25/67 até 52/67
<b>Betão Armado - Lajes</b>	53/67 até 63/67
<b>Betão Armado - Escadas</b>	64/67 até 66/67
<b>Betão Armado - Muros de Contenção</b>	67/67

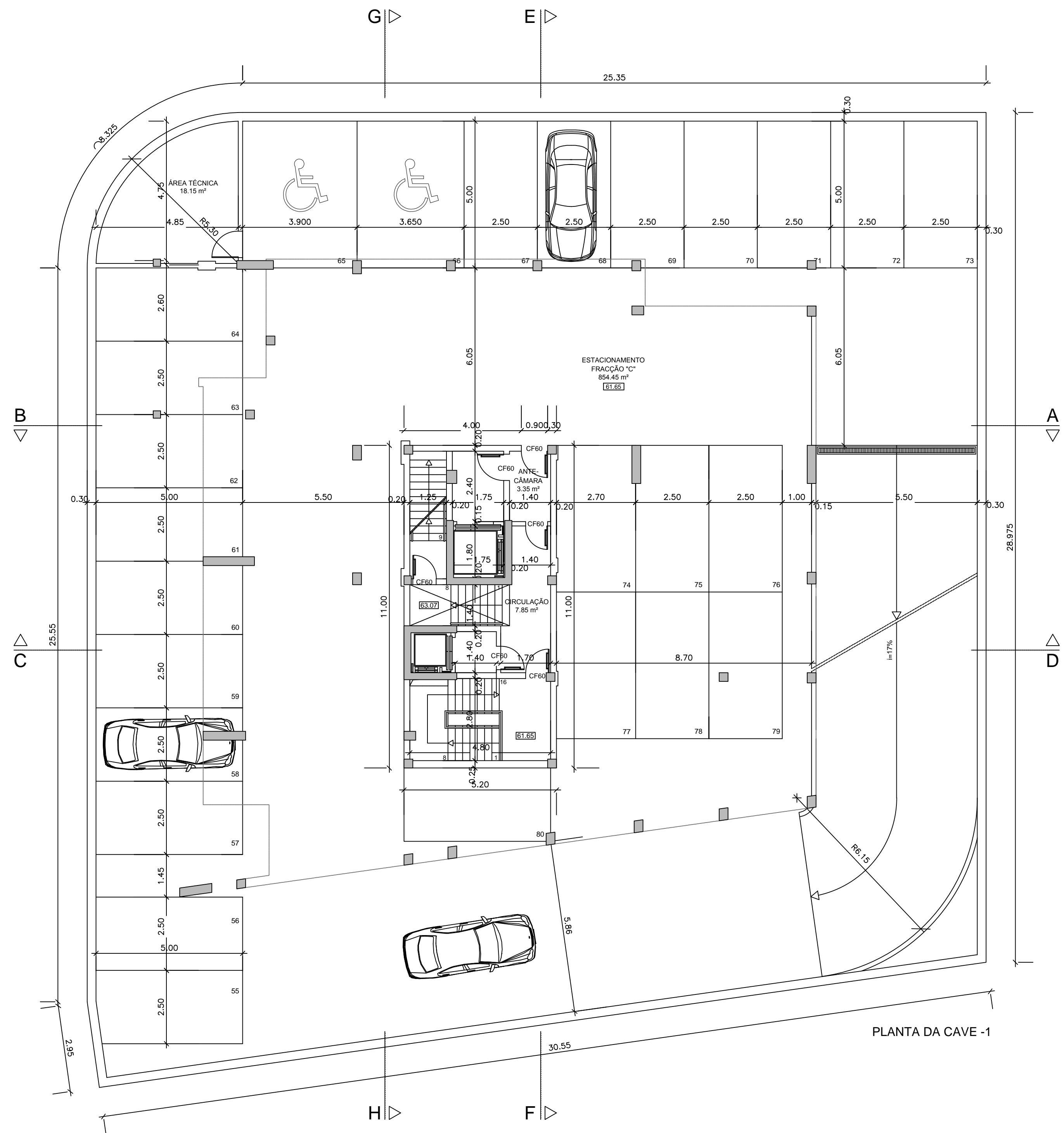
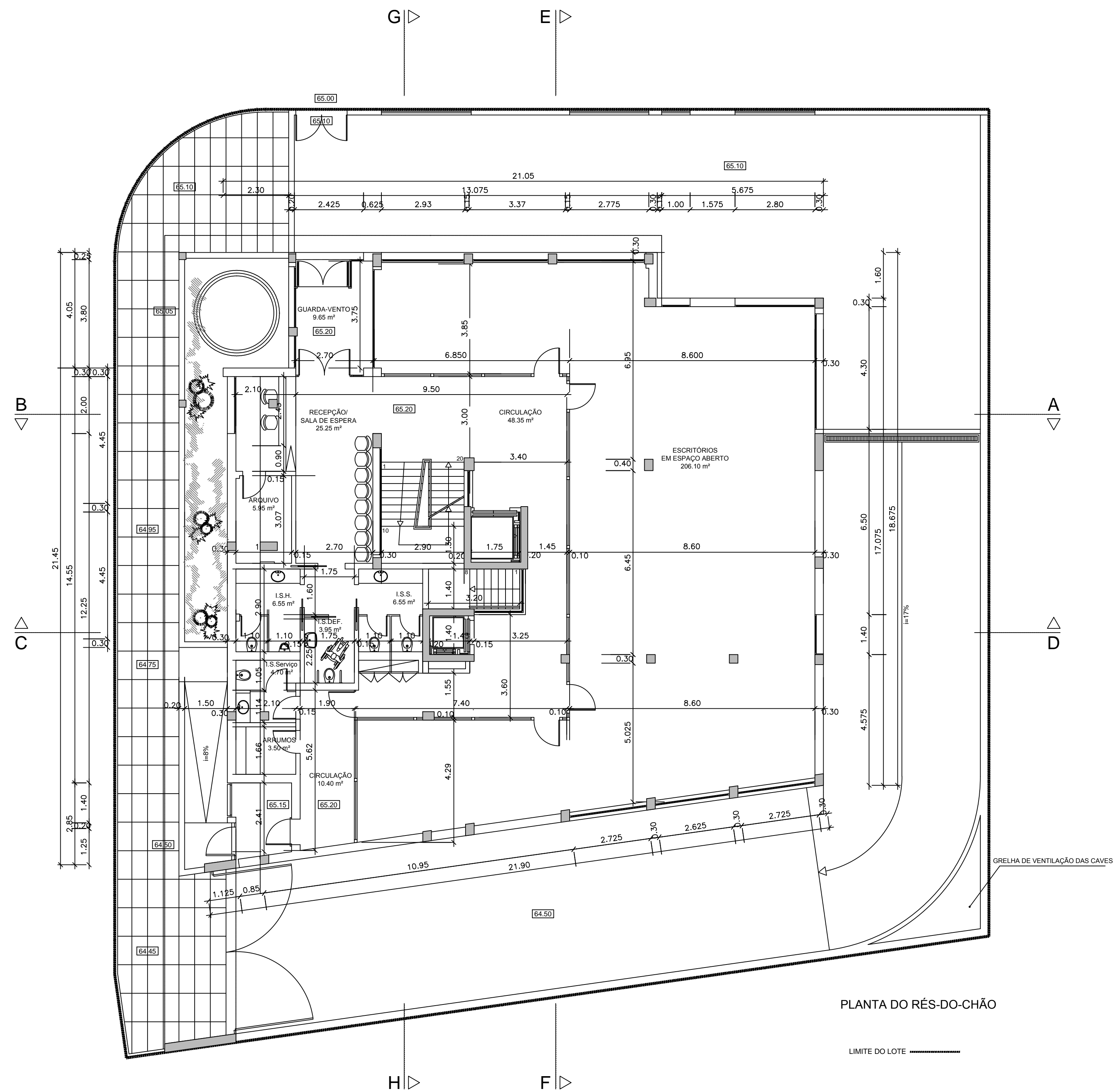





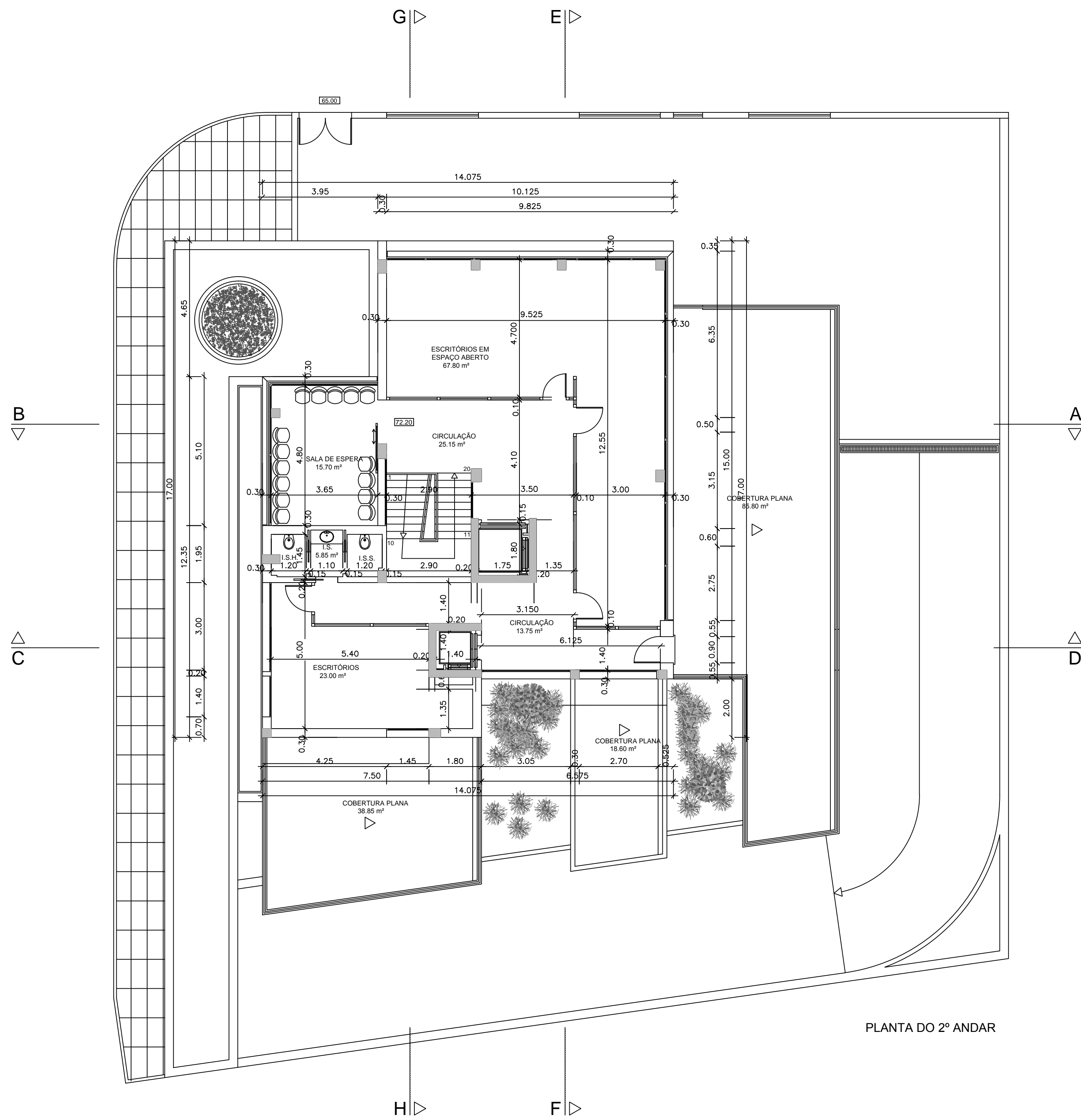


 <b>ISEL</b> Instituto Superior de Engenharia de Lisboa	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO
	Arquitectura Planta da Cave -2 e Cave -3	ESCALA 1/100
		DESENHO N.º 1 Formato A1

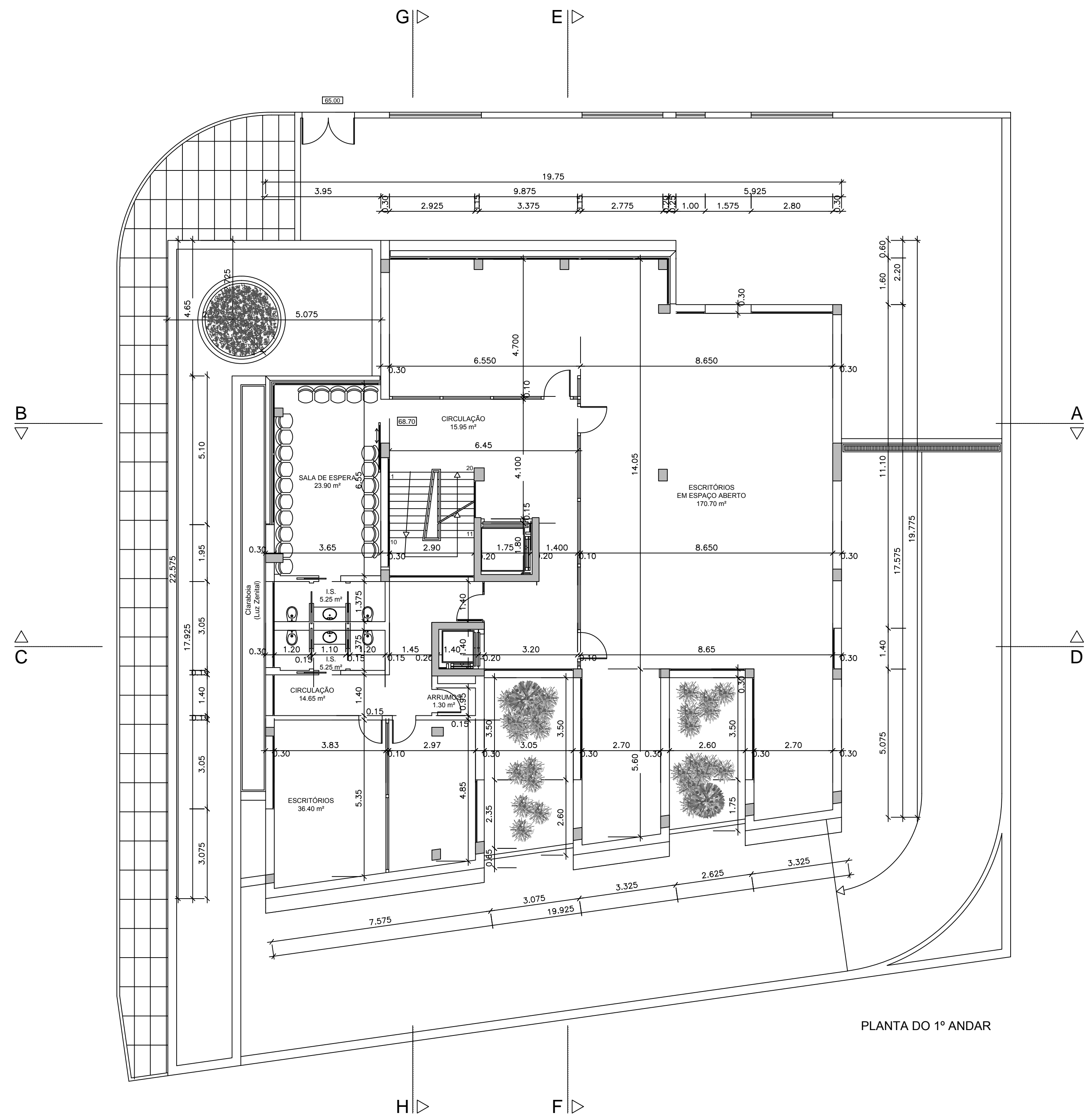
Dezembro de 2014



 <b>ISEL</b> Instituto Superior de Engenharia de Lisboa	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO
	Dezembro de 2014	ESCALA 1/100
	Arquitectura Planta do Piso 0 e Cave -1	DESENHO N.º 2 Formato A1

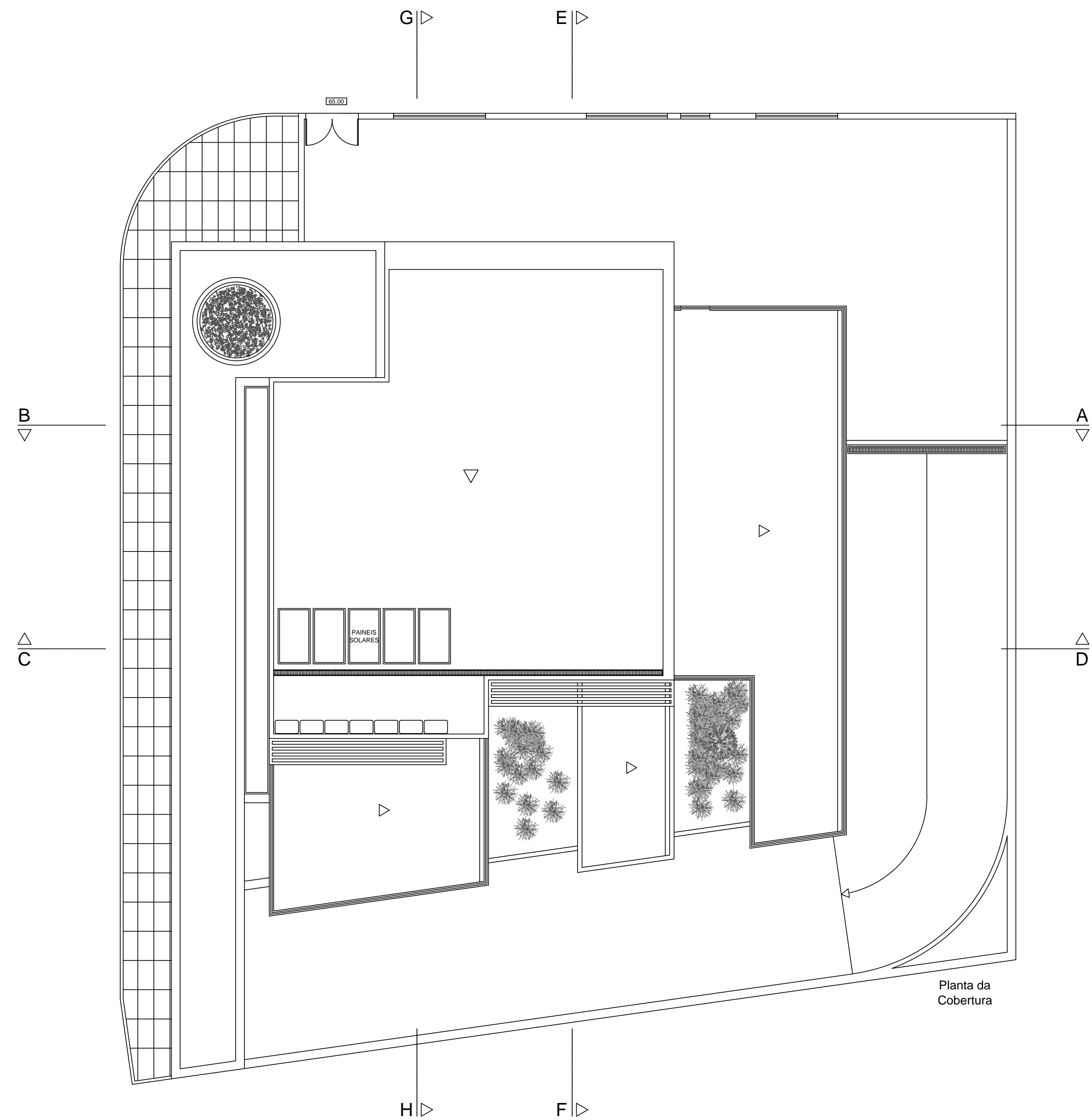


PLANTA DO 2º ANDAR

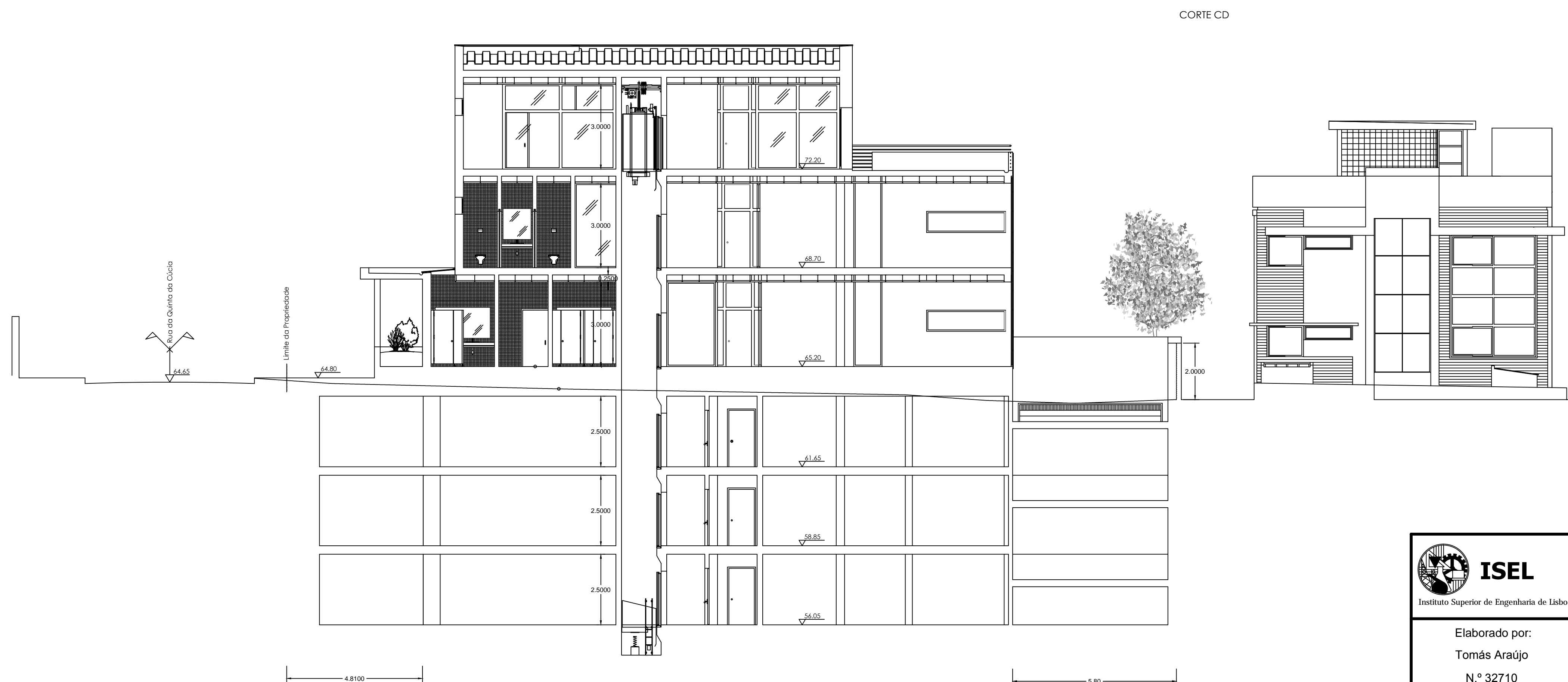
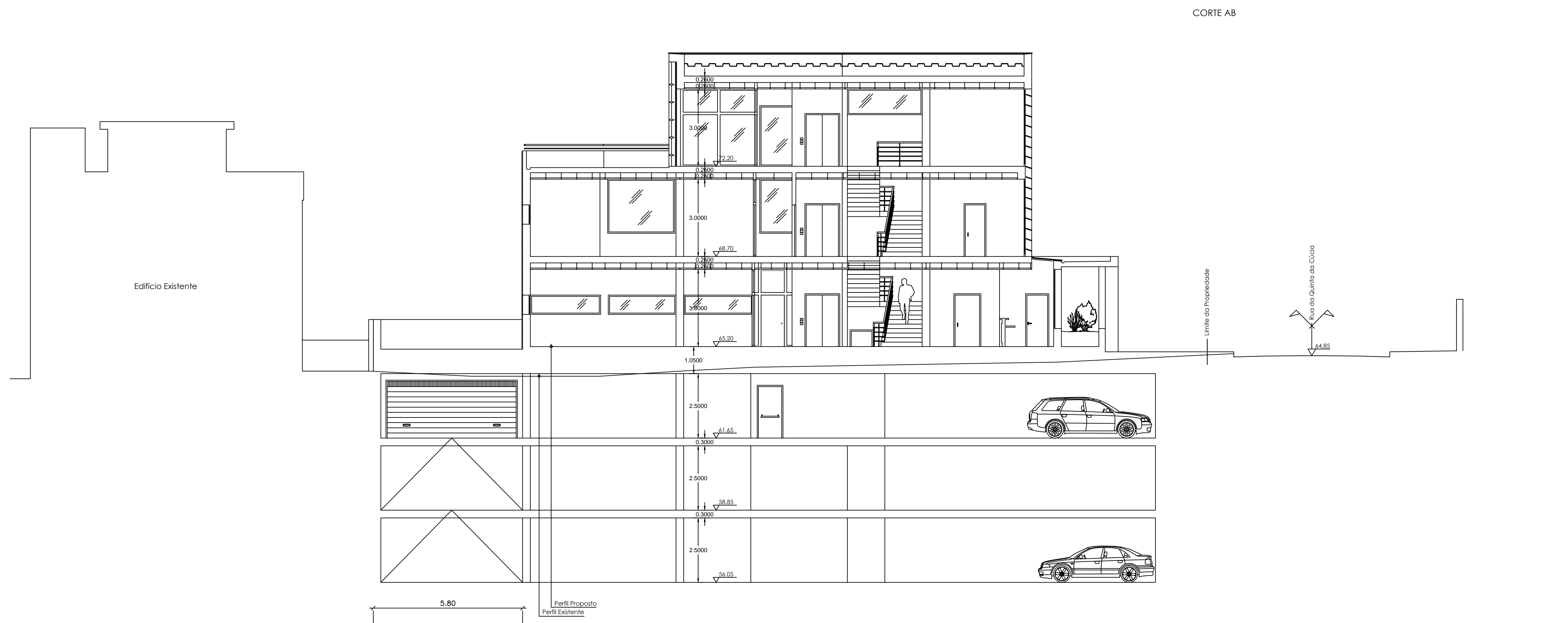


PLANTA DO 1º ANDAR

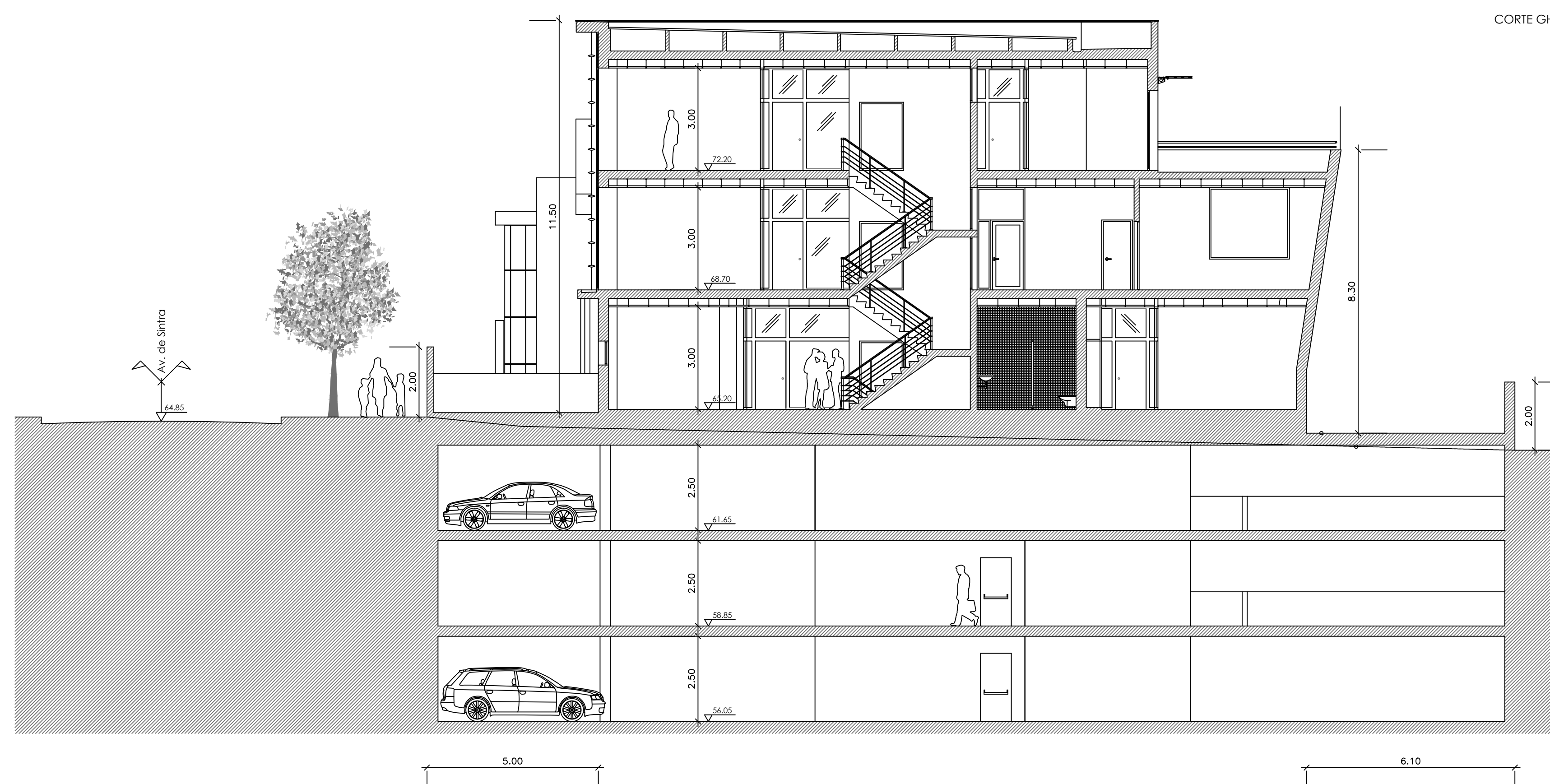
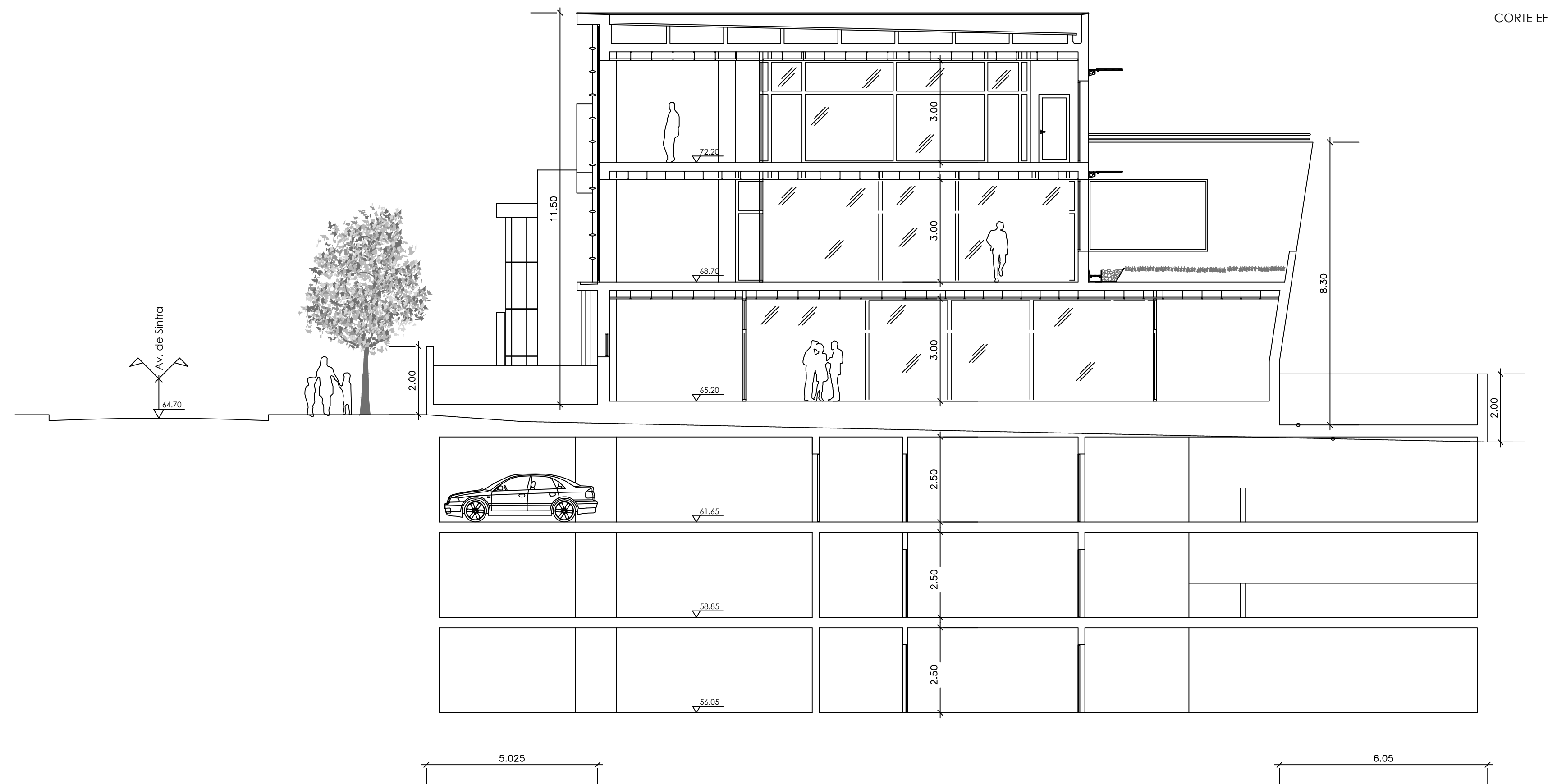
 <b>ISEL</b> Instituto Superior de Engenharia de Lisboa	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL		
Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO		ESCALA 1/100
Dezembro de 2014	Arquitectura Planta do Piso 1 e Piso 2		DESENHO N.º 3
			Formato A1




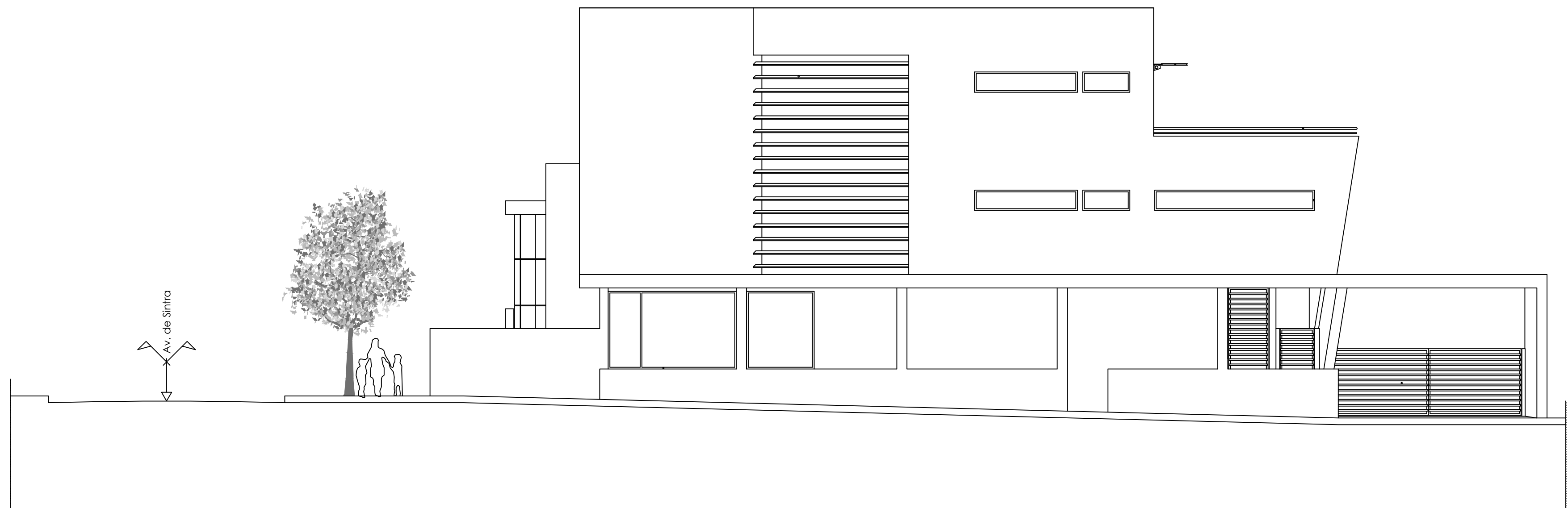
 <b>ISEL</b> <small>Instituto Superior de Engenharia de Lisboa</small>	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/100
	Dezembro de 2014	Arquitectura Planta da Cobertura DESENHO N.º 4 Formato A1



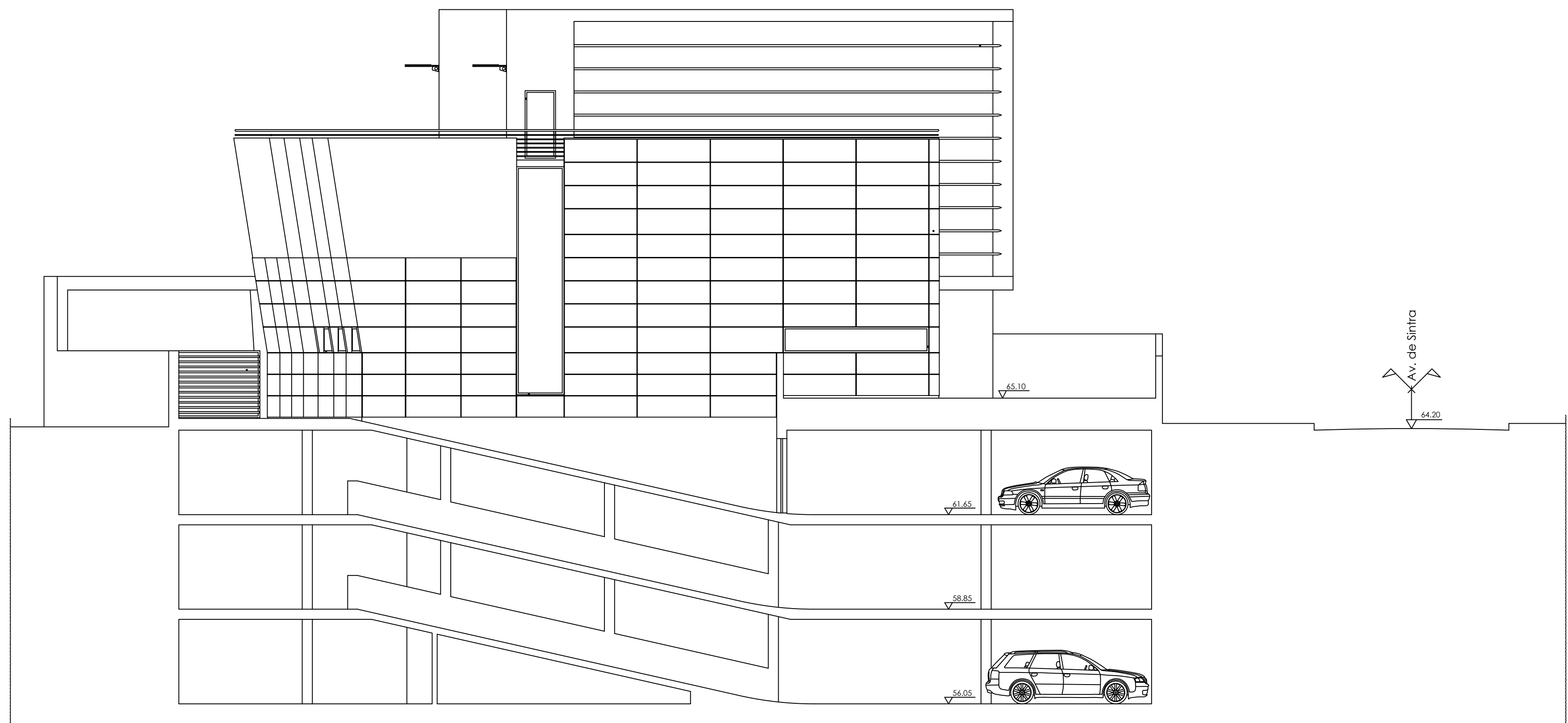
 <b>ISEL</b> Instituto Superior de Engenharia de Lisboa	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL		
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO	ESCALA 1/100
	Dezembro de 2014	Arquitectura Cortes AB e CD	DESENHO N.º  5
			Formato A1




 <b>ISEL</b> <small>Instituto Superior de Engenharia de Lisboa</small>	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/100
	Dezembro de 2014	Arquitectura Cortes EF e GH DESENHO N.º 6 Formato A1

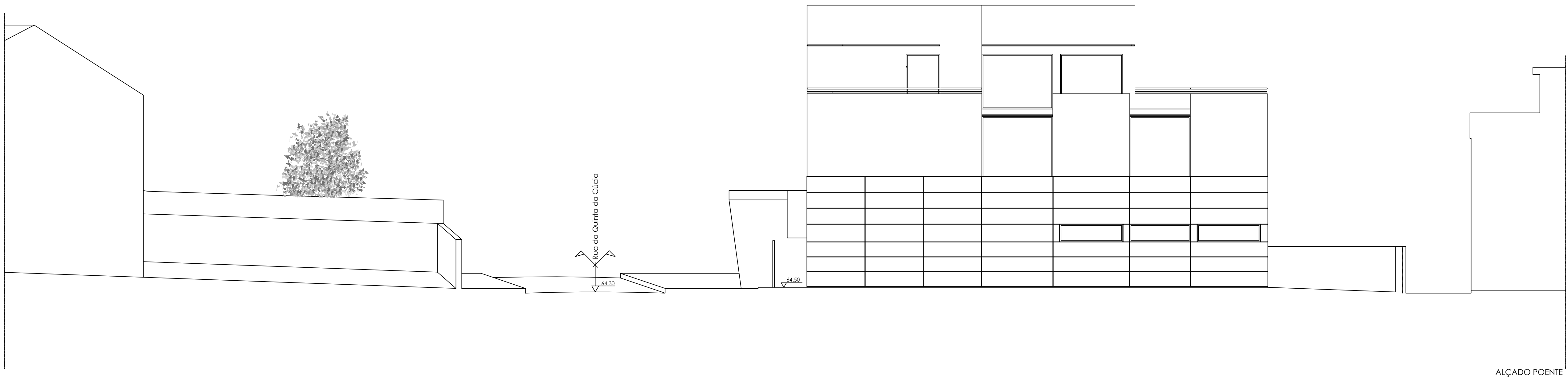
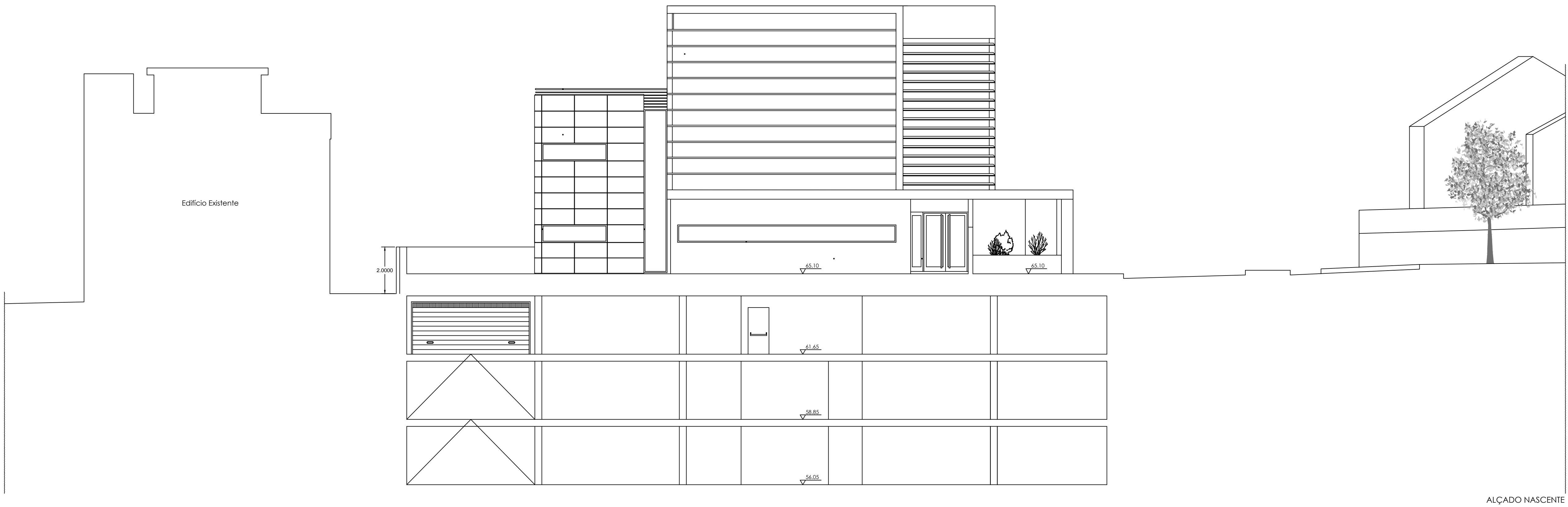



Alçado Norte



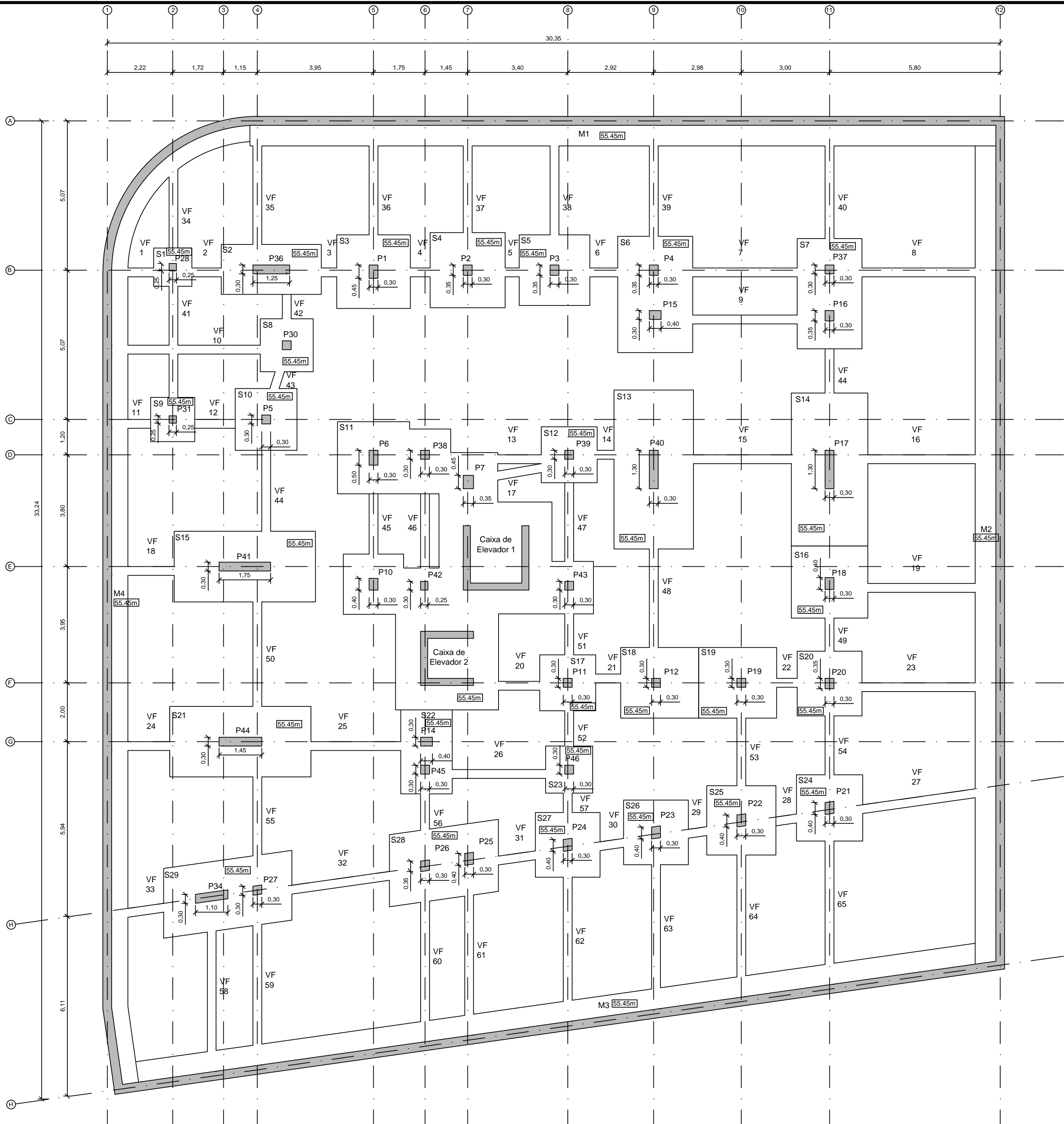
Alçado Sul

 <b>ISEL</b> <small>Instituto Superior de Engenharia de Lisboa</small>	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/100
	Dezembro de 2014	Arquitectura Alçados Norte e Sul DESENHO N.º 7 Formato A1

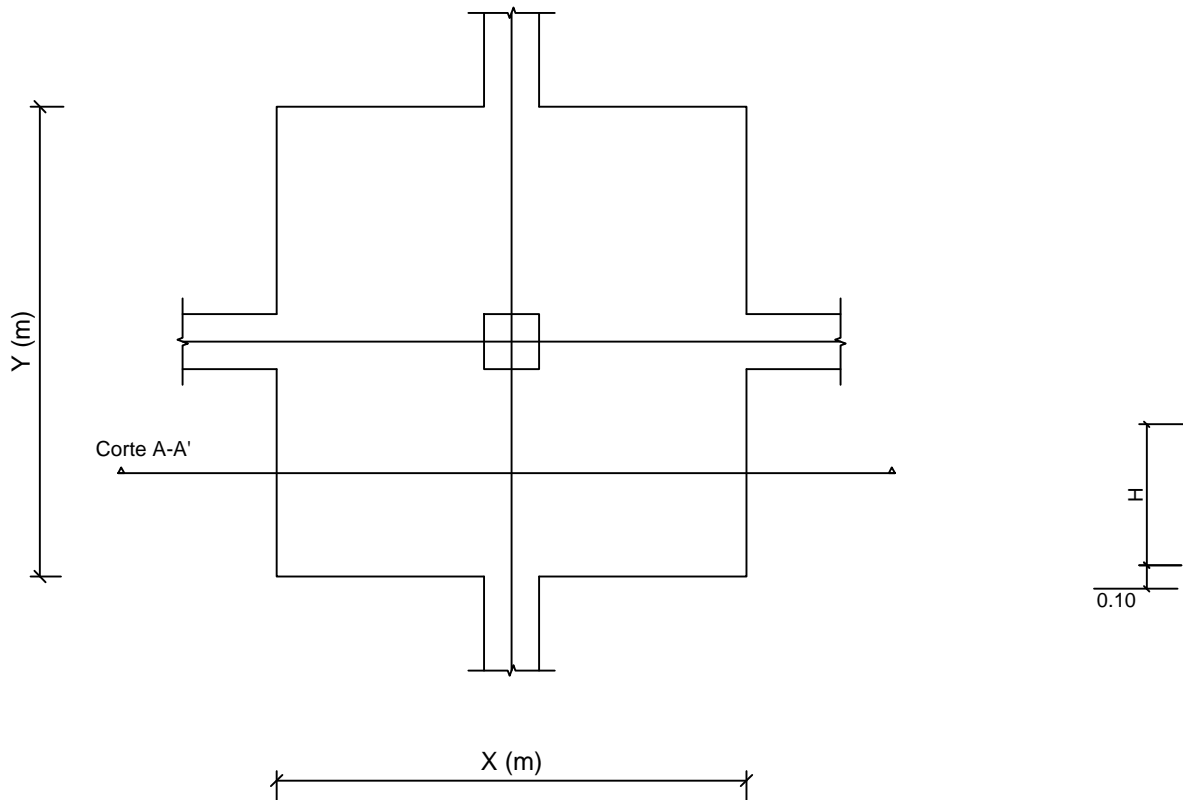


 <b>ISEL</b> Instituto Superior de Engenharia de Lisboa	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL		
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/100	
	Dezembro de 2014	Arquitectura Alçados Nascente e Poente	DESENHO N.º 8
			Formato A1

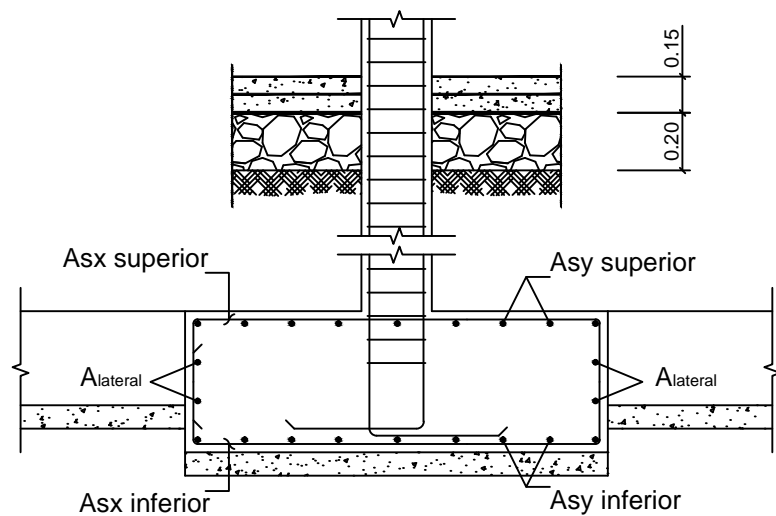




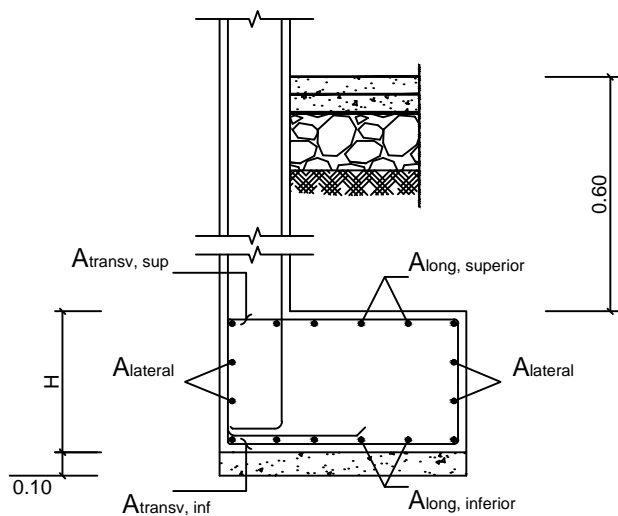
SAPATA TIPO - PLANTA  
Sem escala



CORTE A-A'  
Sem escala



Muro tipo  
Sem escala




Quadro de sapatas								
Sapata	Direcção		Altura	Armadura				
	X(m)	Y(m)		Asx inferior	Asx superior	Asy inferior	Asy superior	As lateral
S1	1,30	1,30	0,50	Ø10//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,200
S2	3,40	1,70	0,55	Ø16//0,150	Ø16//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,200
S3	2,45	2,45	0,55	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø10//0,200
S4	2,55	2,55	0,60	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø10//0,200
S5	2,40	2,40	0,55	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø10//0,200
S6	2,35	3,80	0,55	Ø12//0,100	Ø12//0,100	Ø20//0,125 + Ø10//0,125	Ø20//0,125 + Ø10//0,125	Ø10//0,200
S7	2,20	3,75	0,50	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø20//0,125 + Ø10//0,125	Ø20//0,125 + Ø10//0,125	Ø10//0,200
S8	1,80	1,80	0,50	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø10//0,200
S9	1,50	1,50	0,50	Ø10//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,200
S10	2,10	2,10	0,50	Ø10//0,100	Ø10//0,100	Ø10//0,100	Ø10//0,100	Ø10//0,200
S11	variável	variável	0,55	Ø12//0,100	Ø12//0,100	Ø12//0,100	Ø12//0,100	Ø10//0,200
S12	1,90	1,90	0,50	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø10//0,200
S13	2,70	5,40	1,05	Ø10//0,125	Ø10//0,125	Ø16//0,100	Ø16//0,100	Ø10//0,200
S14	2,60	5,20	1,00	Ø10//0,125	Ø10//0,125	Ø16//0,100	Ø16//0,100	Ø10//0,200
S15	4,80	2,40	0,70	Ø16//0,100	Ø16//0,100	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø10//0,200
S16	2,60	2,45	0,50	Ø12//0,100	Ø12//0,100	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø10//0,200
S17	1,90	1,90	0,50	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø10//0,200
S18	2,65	2,40	0,55	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø10//0,200
S19	2,65	2,40	0,55	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø10//0,200
S20	2,20	2,20	0,50	Ø10//0,100	Ø10//0,100	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø10//0,200
S21	4,80	2,40	0,50	Ø16//0,125	Ø16//0,125	Ø10//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,200
S22	1,75	2,65	0,50	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø16//0,100	Ø16//0,100	Ø10//0,200
S23	1,60	1,60	0,50	Ø10//0,125	Ø10//0,125	Ø10//0,125	Ø10//0,125	Ø10//0,200
S24	2,25	2,25	0,50	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø10//0,100	Ø10//0,100	Ø10//0,200
S25	2,35	2,35	0,55	Ø10//0,100	Ø10//0,100	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø10//0,200
S26	2,20	2,20	0,50	Ø10//0,100	Ø10//0,100	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø10//0,200
S27	2,20	2,20	0,50	Ø10//0,100	Ø10//0,100	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø10//0,200
S28	3,75	2,50	0,55	Ø20//0,125	Ø20//0,125	Ø12//0,100	Ø12//0,100	Ø10//0,200
S29	4,40	2,35	0,55	Ø20//0,125 + Ø12//0,125	Ø20//0,125 + Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø12//0,125	Ø10//0,200

Quadro de sapatas (muros)							
Muro	Largura (m)	Altura (m)	Armadura				
			Atransv, inf	Atransv, sup	Along, inf	Along, sup	Alateral
M1	1,00	0,50	Ø10//0,125	Ø10//0,125	Ø10//0,125	Ø10//0,125	Ø10//0,200
M2	1,00	0,50	Ø10//0,125	Ø10//0,125	Ø10//0,125	Ø10//0,125	Ø10//0,200
M3	1,00	0,50	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø12//0,150	Ø10//0,200
M4	0,85	0,50	Ø10//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,150	Ø10//0,200

**BETÃO:**  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

**AÇO:**  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



**ISEL**  
Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

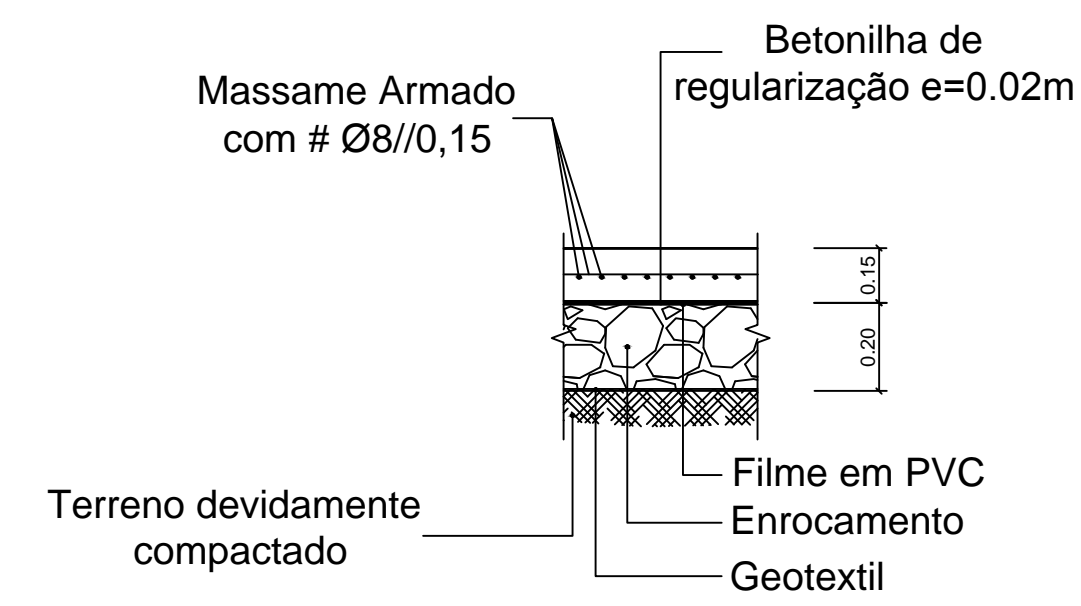
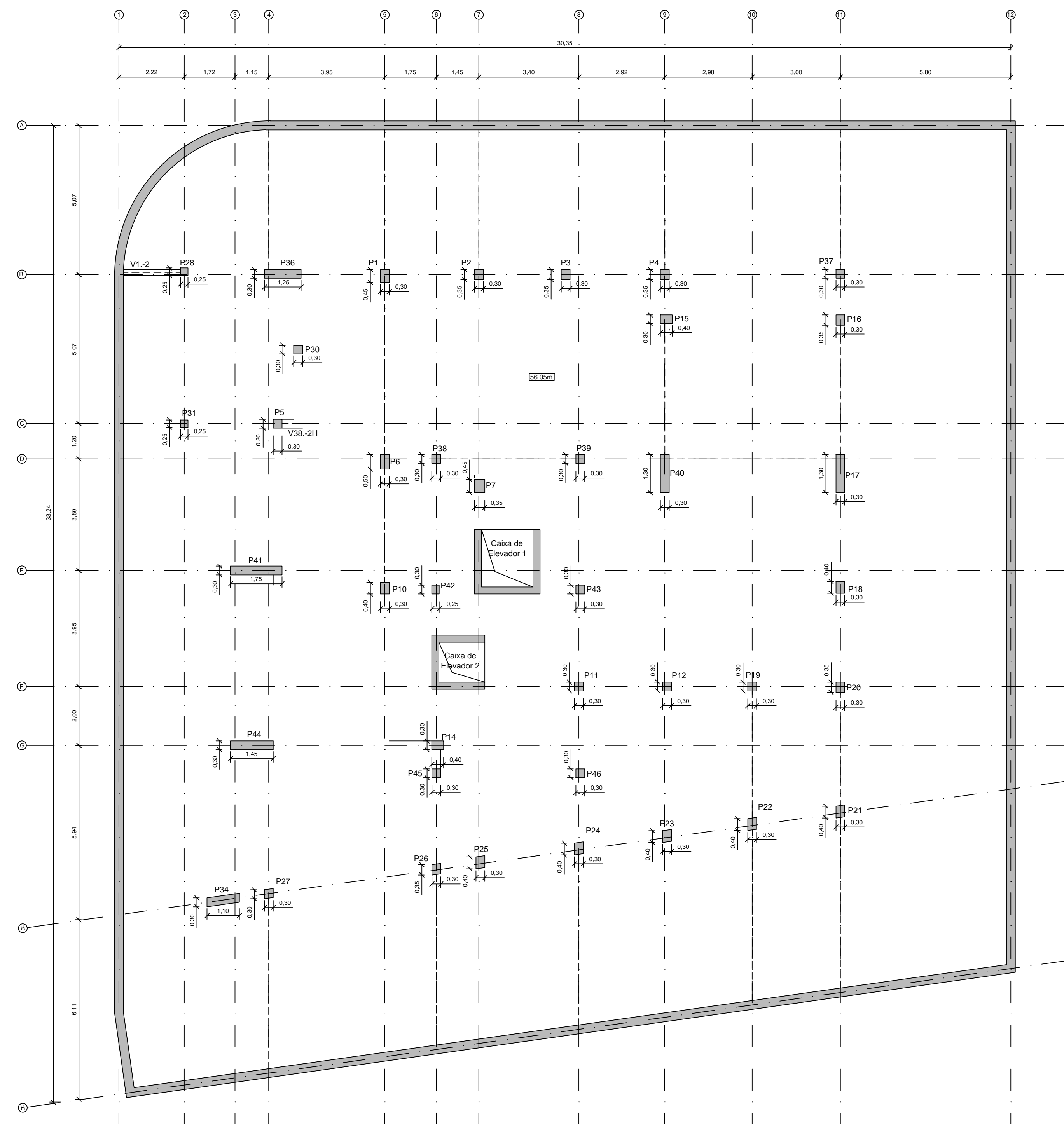
Dezembro de 2014

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

Dimensionamento  
Planta das Fundações

ESCALA 1/100

DESENHO N.º  
9  
Formato A1

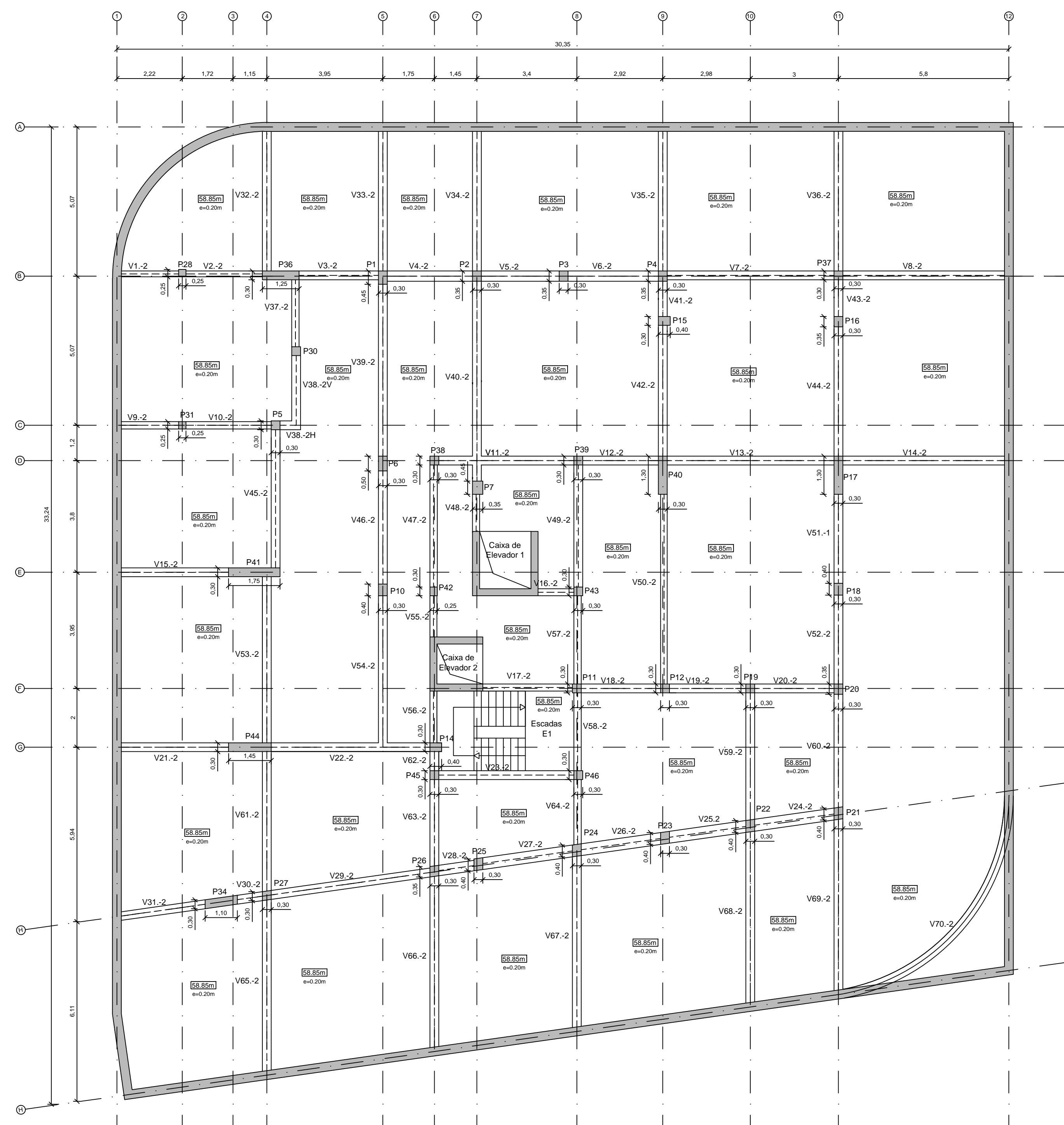


**MATERIAIS**

**BETÃO:**  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

**AÇO:**  
Armaduras ordinárias A500 NR SD

 <b>ISEL</b> <small>Instituto Superior de Engenharia de Lisboa</small>	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/100
	Dezembro de 2014	DESENHO N.º 10 Formato A1



MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

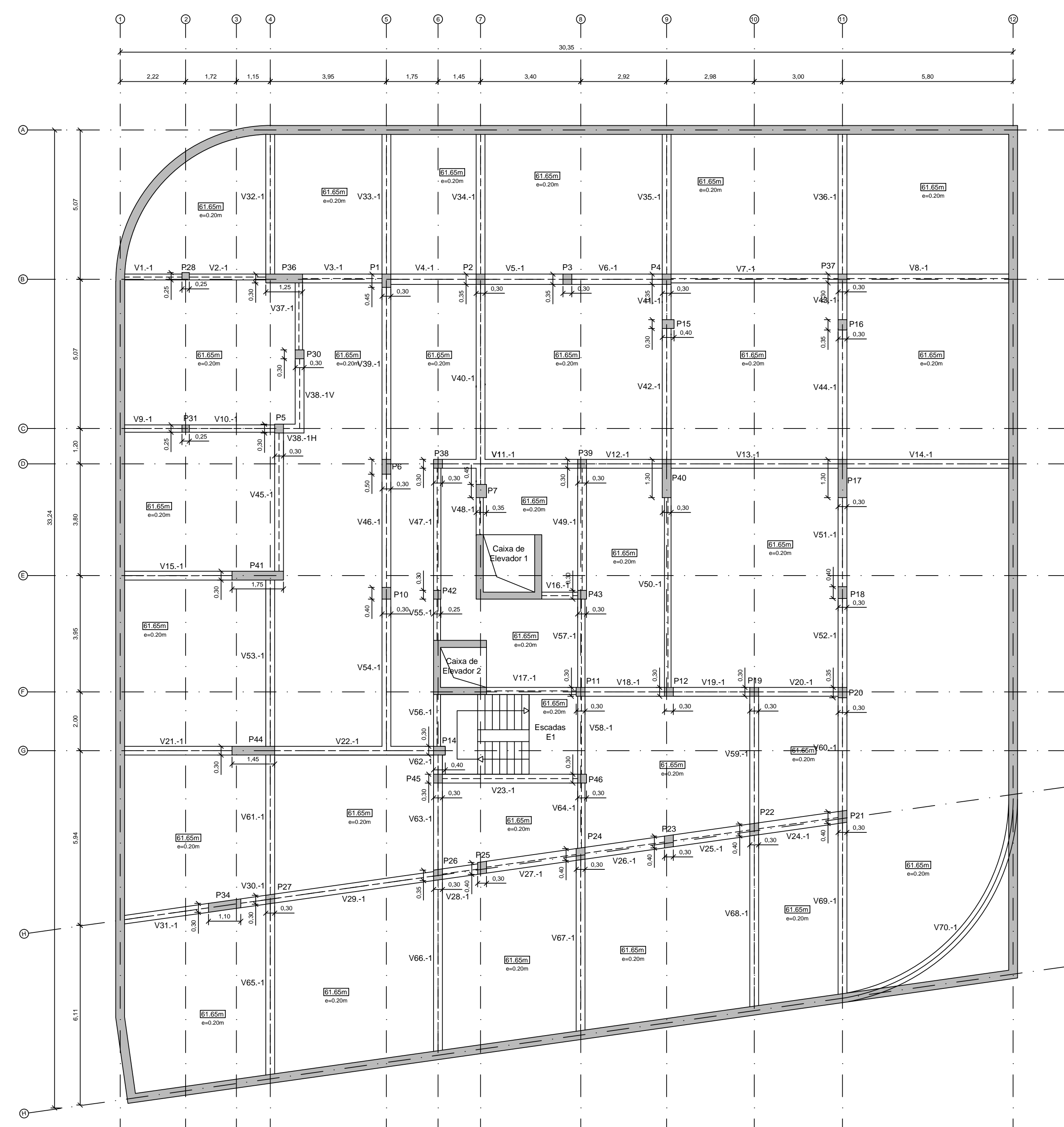
ESCALA 1/100

Dimensionamento  
Planta da Cave -2

DESENHO N.º

11

Formato A1



MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/100

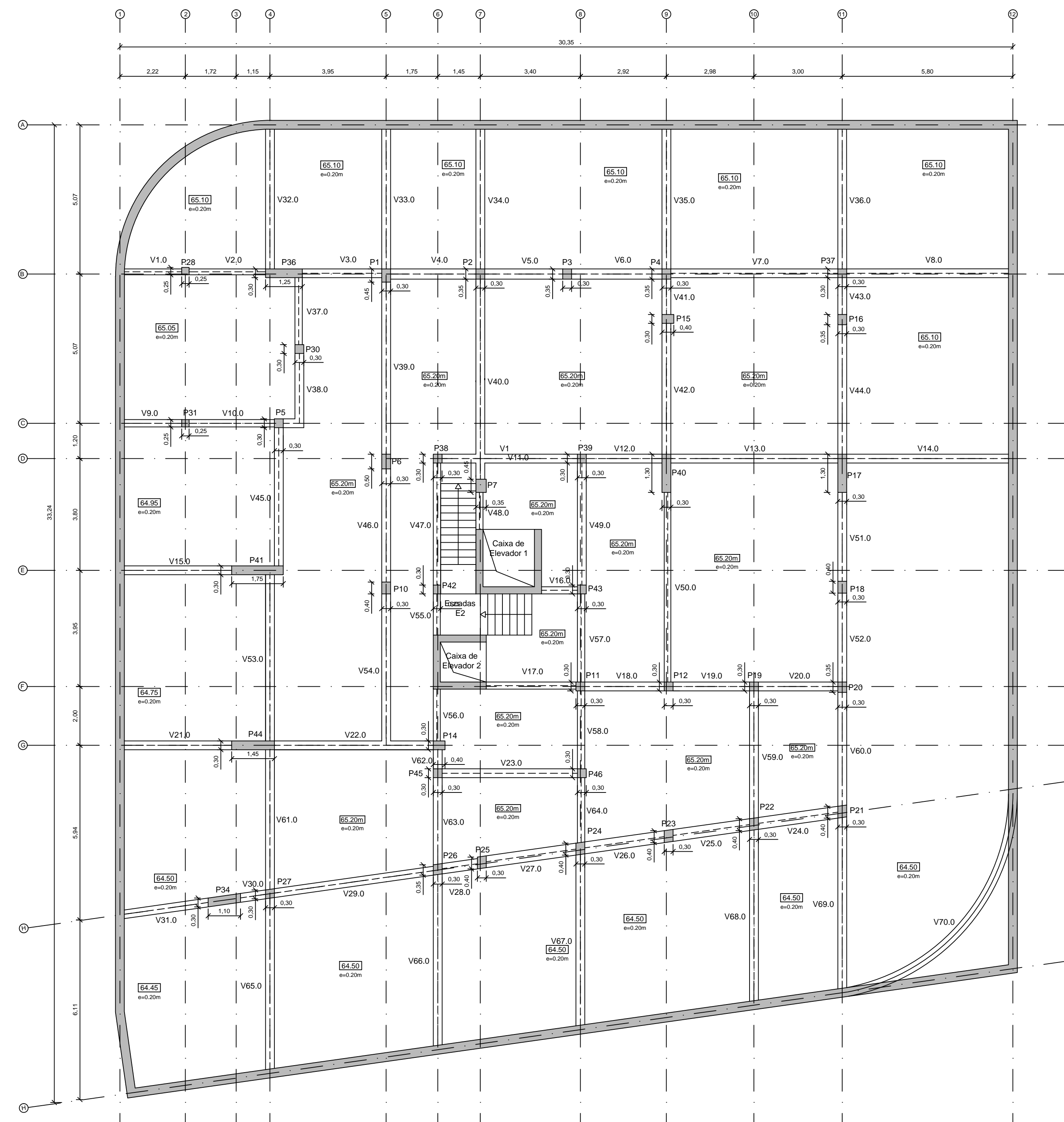
Dimensionamento  
Planta da Cave -1

DESENHO N.º

12

Formato A1

Dezembro de 2014



MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/100

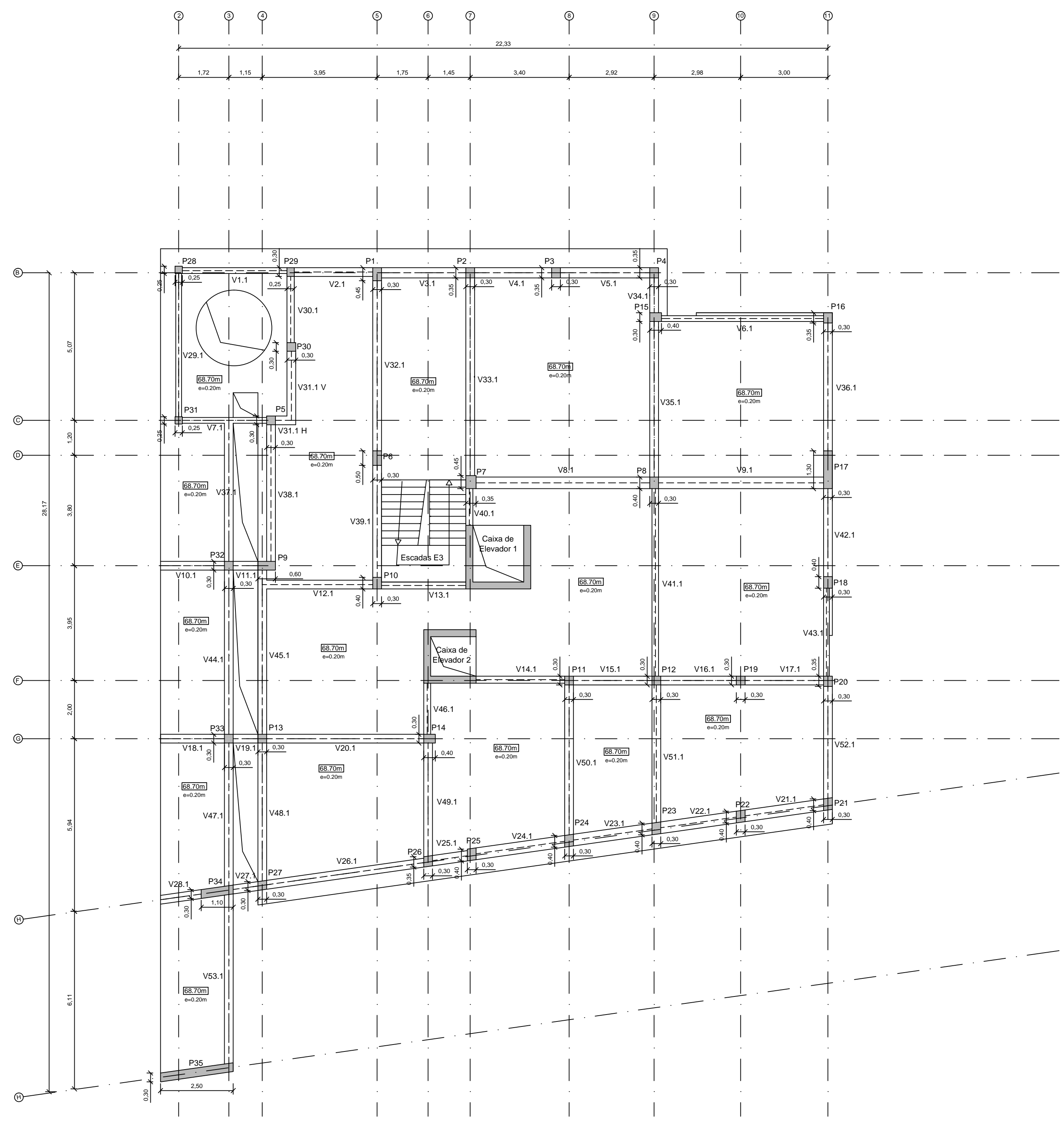
Dimensionamento  
Planta do Piso 0

DESENHO N.º

13

Formato A1

Dezembro de 2014



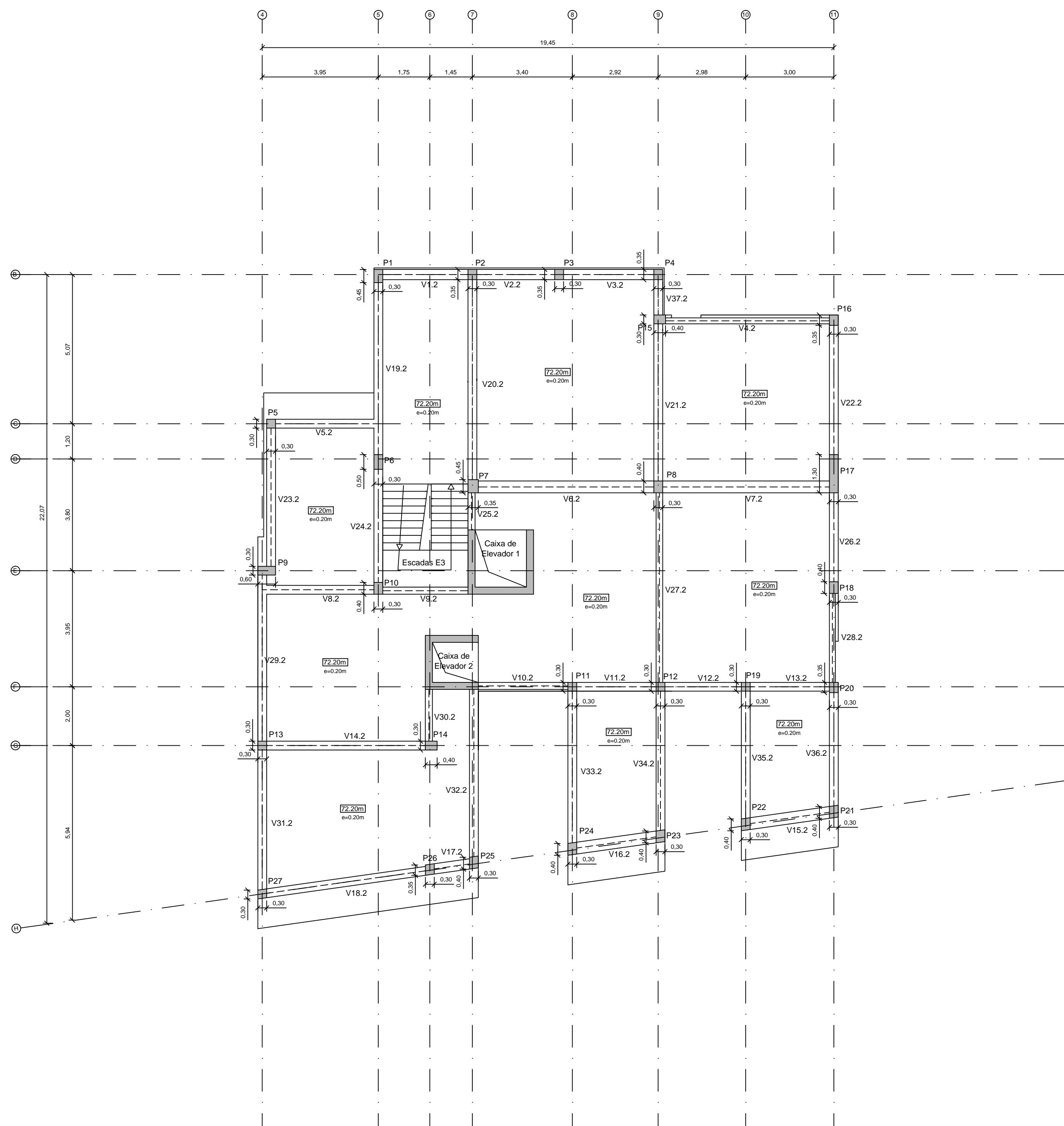
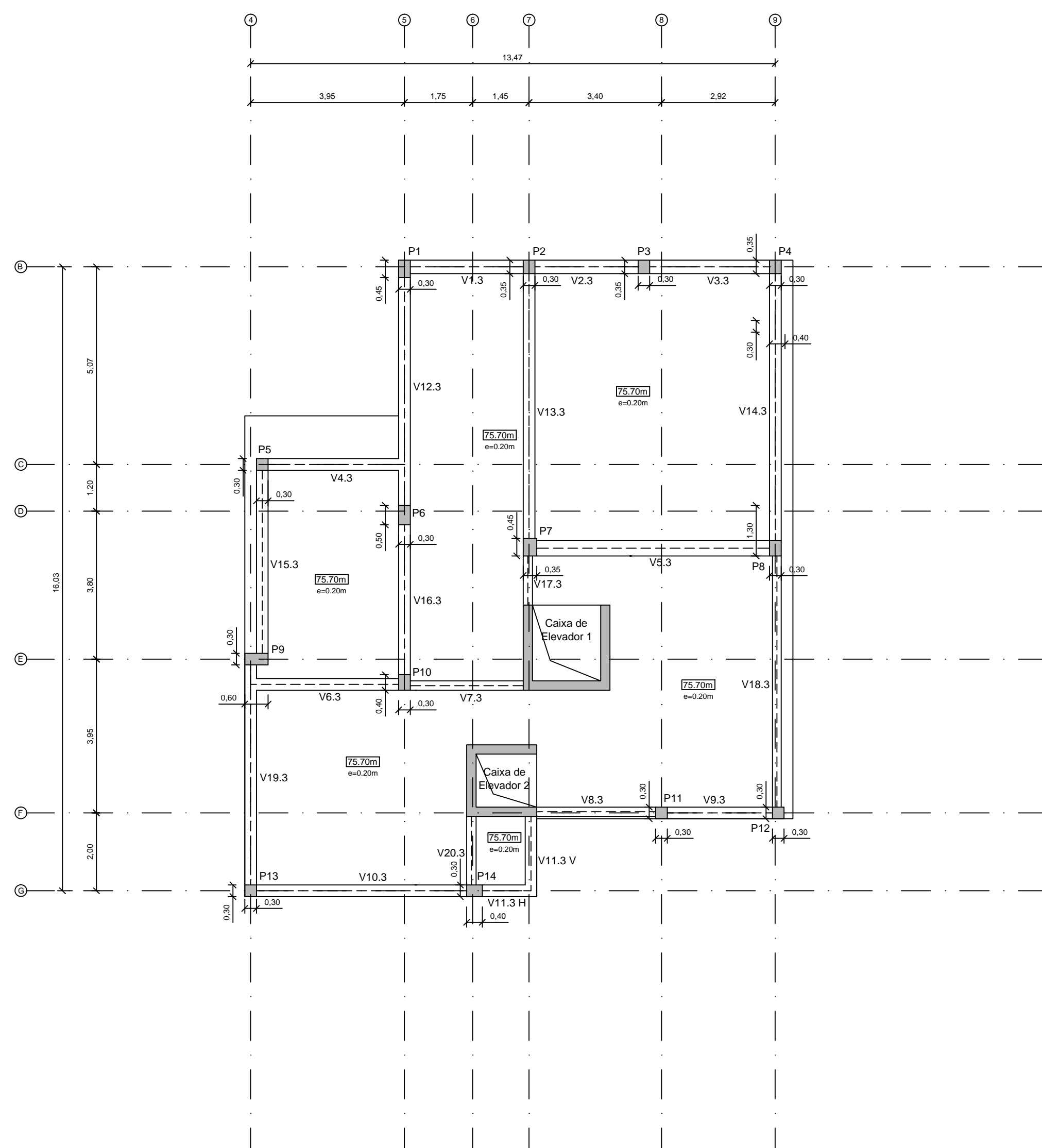
MATERIAIS

BETÃO:	
Em Geral	NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45
Muros de Contenção	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35
Sapatas e V. Fundação	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50
Regularização	NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4
	c - Recobrimento nominal (mm)
AÇO:	
Armaduras ordinárias	A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO	ESCALA 1/100
Dezembro de 2014	Dimensionamento Planta do Piso 1	DESENHO N.º 14 Formato A1



#### MATERIAIS

##### BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

##### AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

Dezembro de 2014

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

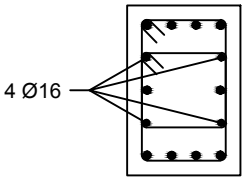
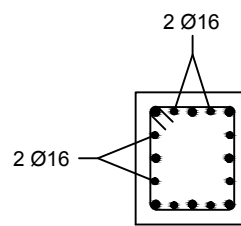
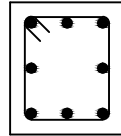
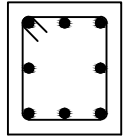
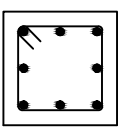
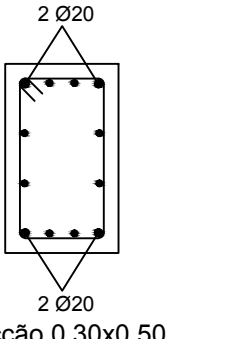
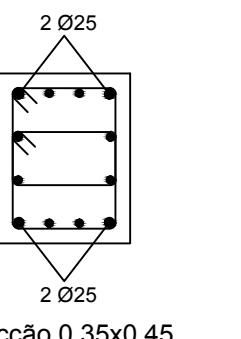
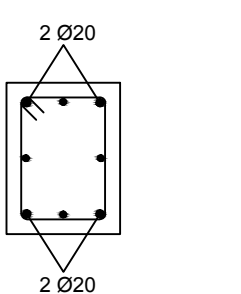
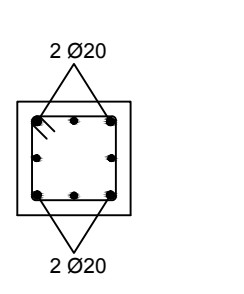
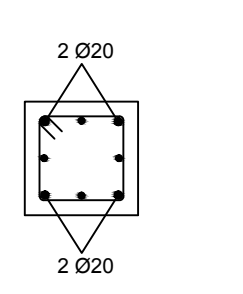
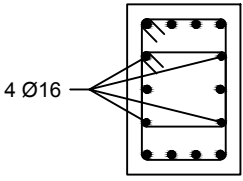
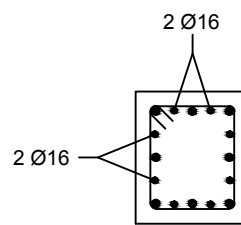
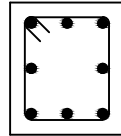
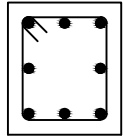
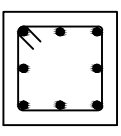
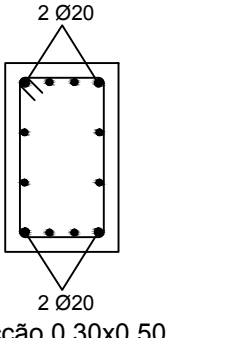
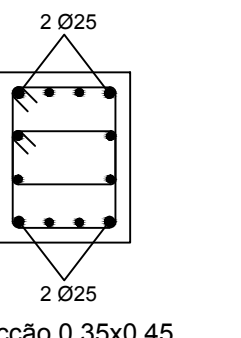
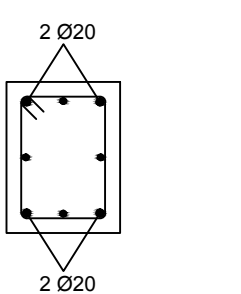
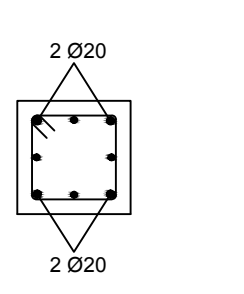
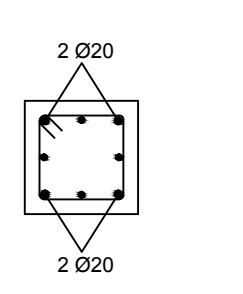
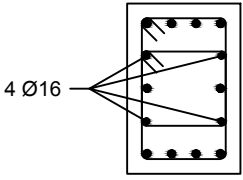
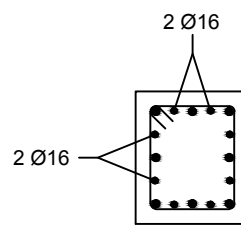
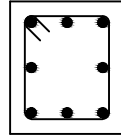
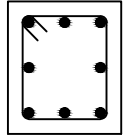
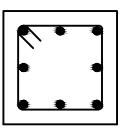
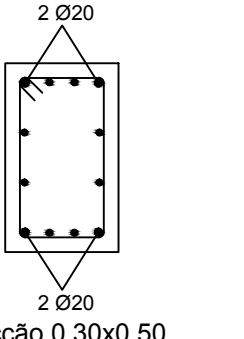
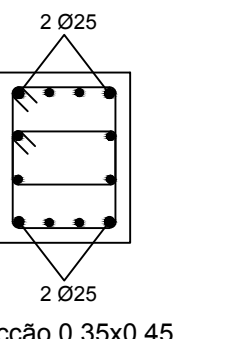
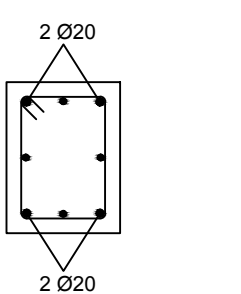
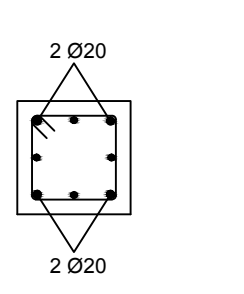
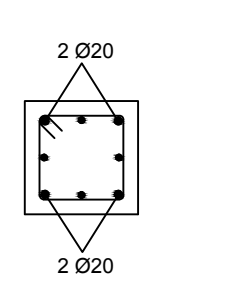
Dimensionamento  
Planta do Piso 2 e da Cobertura

ESCALA 1/100

DESENHO N.º

15

Formato A1

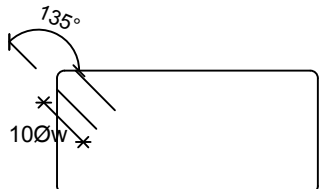
PILAR TROÇO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Piso 0	12 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,45  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8/0,125	8 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,175	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,175	8 Ø20  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,175	4 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,50  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	4 Ø25 + 8 Ø20  Secção 0,35x0,45  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8/0,100			4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125
Piso -1	12 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,45  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8/0,125	8 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,100	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,175	8 Ø20  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,175	4 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,50  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	4 Ø25 + 8 Ø20  Secção 0,35x0,45  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8/0,125			4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125
Piso -2	12 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,45  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8/0,125	8 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,175	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,175	8 Ø20  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,175	4 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,50  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	4 Ø25 + 8 Ø20  Secção 0,35x0,45  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8/0,175			4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8/0,125
Fundação												

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

Pormenor de amarração dos estribos

S/ Esc.



Øw - Diâmetro do Estribo

MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias

A500 NR SD



ISEL

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:

Tomás Araújo

N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão armado

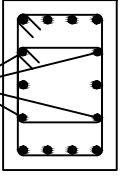
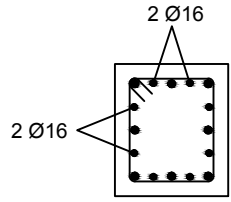
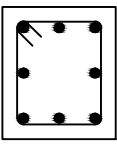
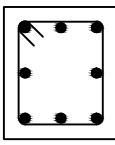
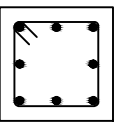
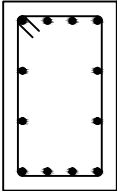
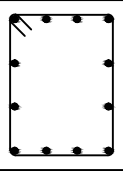
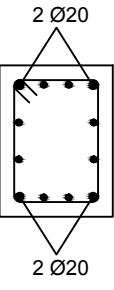
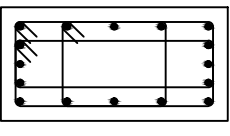
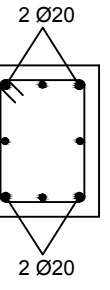
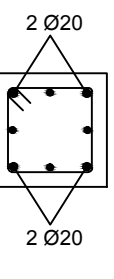
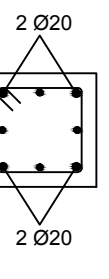
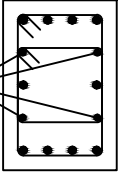
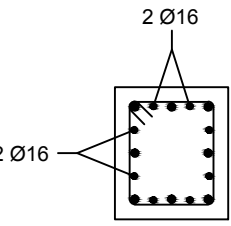
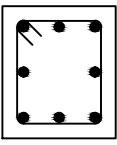
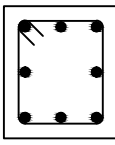
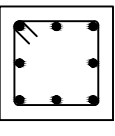
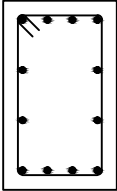
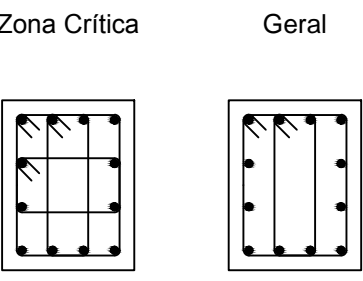
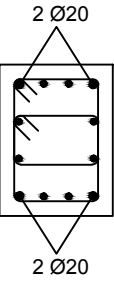
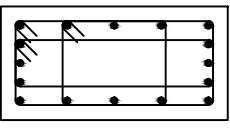
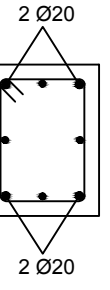
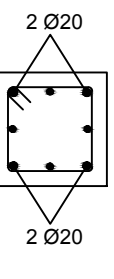
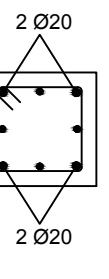
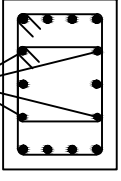
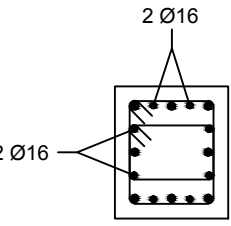
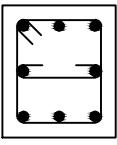
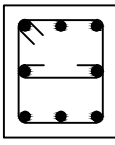
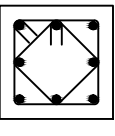
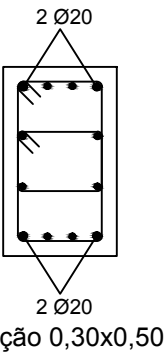
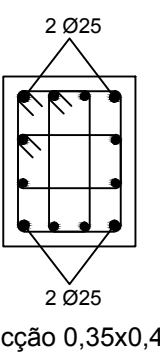
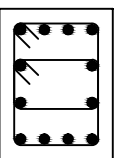
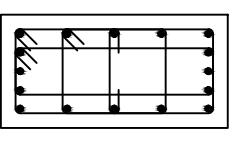
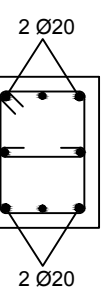
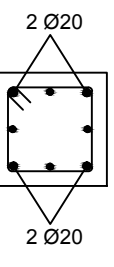
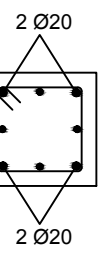
Pilares e Paredes 1/9

DESENHO N.º

16

Formato A1



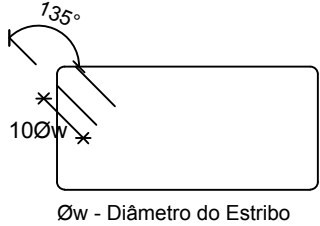
PILAR/PAREDE		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Cobertura	TROÇO												
Piso 2	6º TROÇO	12 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,45  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	8 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,100	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175	8 Ø20  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	12 Ø16  Secção 0,30x0,50  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	12 Ø16  Secção 0,35x0,45  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,100	4 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	16 Ø16  Secção 0,60x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,100  Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar
		12 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,45  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	8 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,100	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175	8 Ø20  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	12 Ø16  Secção 0,30x0,50  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	12 Ø20  Zona Crítica Geral Secção 0,35x0,45  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,150  Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,125  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = 1,50m (topo) lcr = 0,50m (base)	4 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,175  Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = 0,50m	16 Ø16  Secção 0,60x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,075	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,100  Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar
		12 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,45  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	8 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,35  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	8 Ø25  Secção 0,30x0,35  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	8 Ø20  Secção 0,30x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,50  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø25 + 8 Ø20  Secção 0,35x0,45  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,125  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	12 Ø20  Secção 0,30x0,40  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	16 Ø16  Secção 0,60x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar
Piso 1	5º TROÇO												
Piso 0	4º TROÇO												

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

Pormenor de amarração dos estribos

S/ Esc.



BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

MATERIAIS

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias

A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:

Tomás Araújo

N.º 32710

Dezembro de 2014

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

Betão armado  
Pilares e Paredes 2/9

ESCALA 1/20

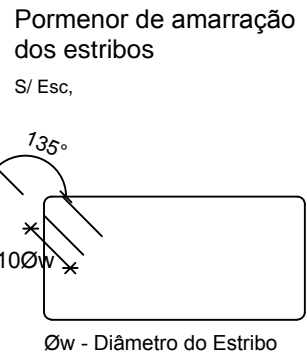
DESENHO N.º

17

Formato A1

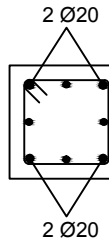
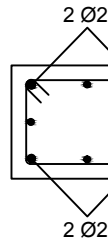
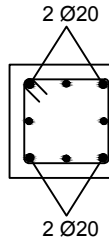
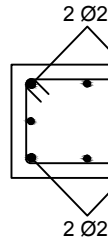
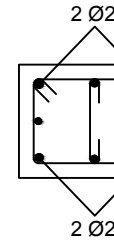
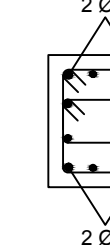
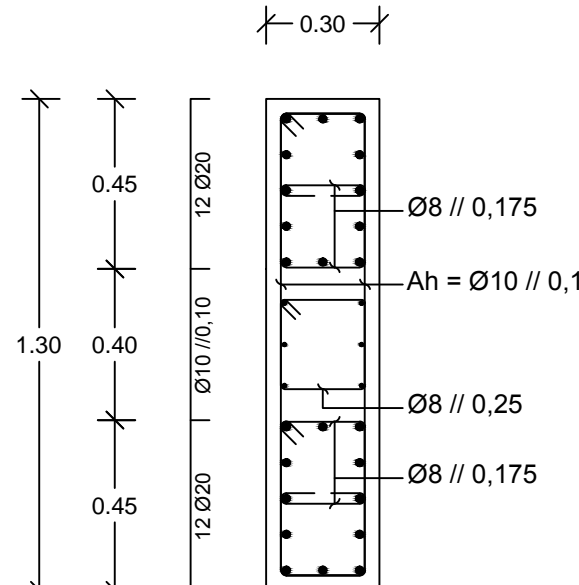
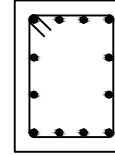
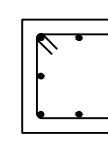
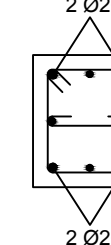
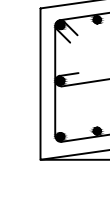
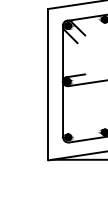

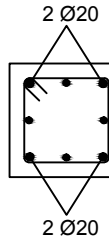
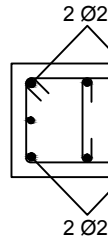
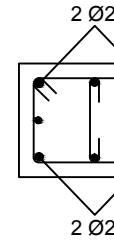

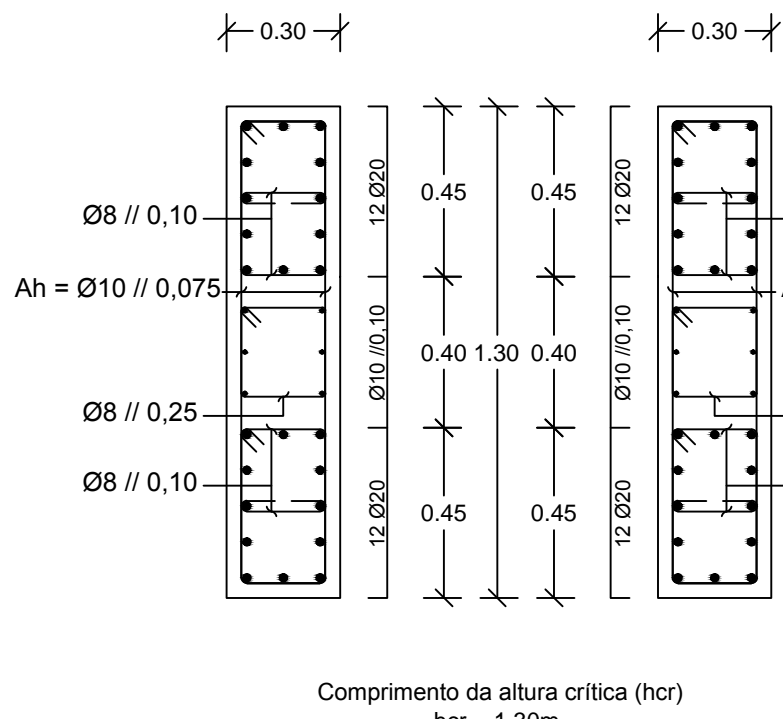
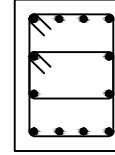
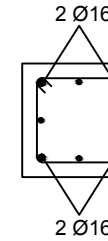
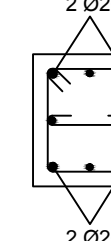
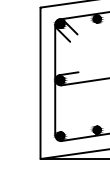
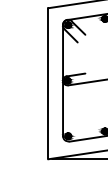

Piso 0	PILAR TROÇO	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23
3º TROÇO			4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,40x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,40x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,100	12 Ø20  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175	 Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø10//0,050	12 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø10//0,050	4 Ø16 + 4 Ø12  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,100	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø10//0,075	8 Ø20  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175	8 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125
Piso -1	2º TROÇO		4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,40x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,075	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,40x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,075	12 Ø20  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175	 Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø10//0,050	12 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø10//0,050	4 Ø16 + 4 Ø12  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,100	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø10//0,075	8 Ø20  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175	8 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125
Piso -2	1º TROÇO		4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,40x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,075	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,40x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175	12 Ø20  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175	 Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø10//0,050	12 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø10//0,075	8 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,100	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,35  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø10//0,075	8 Ø20  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175	8 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125
Fundação												

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)		
Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95



MATERIAIS	
BETÃO:	NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45
Em Geral	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35
Muros de Contenção	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50
Sapatas e V. Fundação	NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4
Regularização	c - Recobrimento nominal (mm)
AÇO:	
Armaduras ordinárias	A500 NR SD

 Instituto Superior de Engenharia de Lisboa	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/20
	Dezembro de 2014	Betão armado Pilares e Paredes 3/9 DESENHO N.º 18 Formato A1

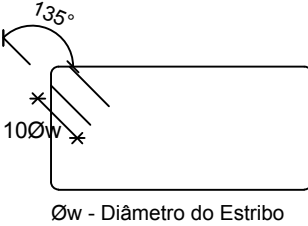
Cobertura		PILAR/PAREDE TROÇO	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23
Piso 2	6º TROÇO		<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,30</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,40x0,30</div> <div>Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125</div>									
Piso 1	5º TROÇO		<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,30</div> <div>Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175  Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = 1,00 (topo) lcr = 0,50 (base)</div>	<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,40x0,30</div> <div>Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,175</div>	<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,40x0,30</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>4 Ø20 + 8 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,35</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div></div>	<div>12 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,40</div> <div>Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125</div>	<div>8 Ø12</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,30</div> <div>Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,100</div>	<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,35</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>8 Ø20</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,40</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>8 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,40</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,40</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>
Piso 0	4º TROÇO		<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,30</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,40x0,30</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,40x0,30</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>12 Ø20</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,35</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div></div> <div>Comprimento da altura crítica (hcr) hcr = 1,30m</div>	<div>12 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,40</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>4 Ø16 + 4 Ø12</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,30</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,075</div> <div>Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,35</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>8 Ø20</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,40</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>8 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,40</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>	<div>4 Ø20 + 4 Ø16</div> <div></div> <div>Secção 0,30x0,40</div> <div>Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100</div> <div>Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar</div>

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

Pormenor de amarração dos estribos

S/ Esc.



Øw - Diâmetro do Estribo

#### MATERIAIS

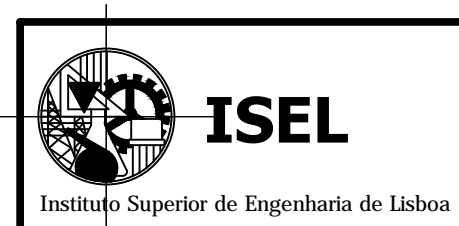
BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

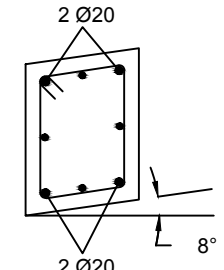
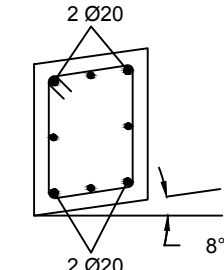
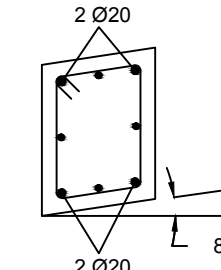
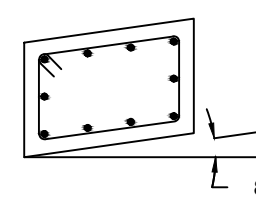
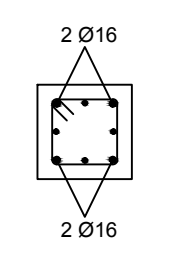
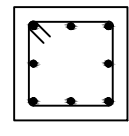
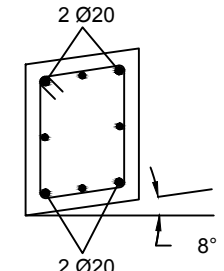
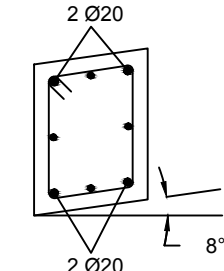
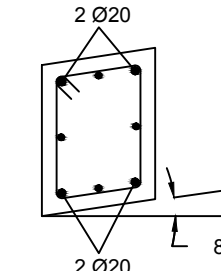
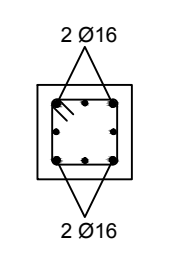
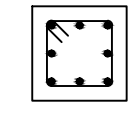
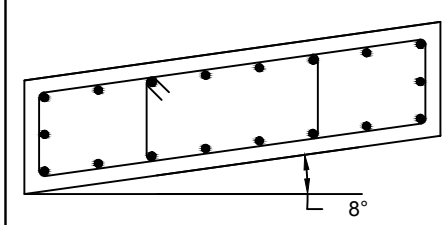
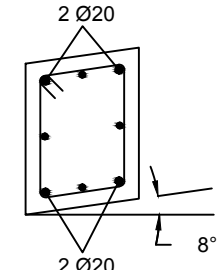
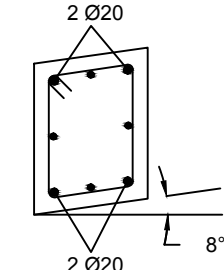
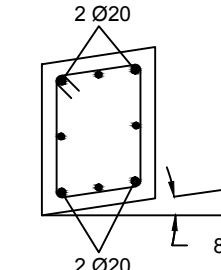
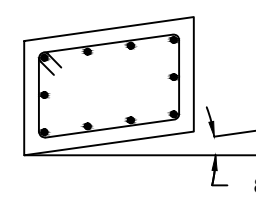
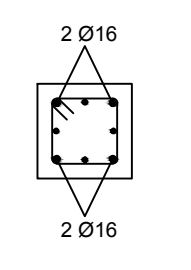
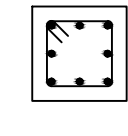
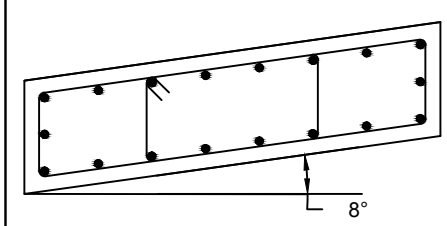
Betão armado  
Pilares e Paredes 4/9

DESENHO N.º

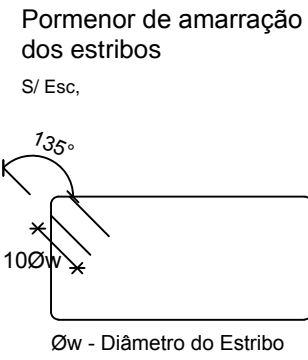
19

Formato A1


Dezembro de 2014

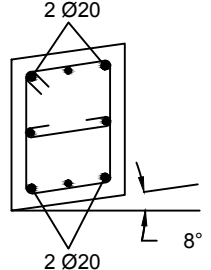
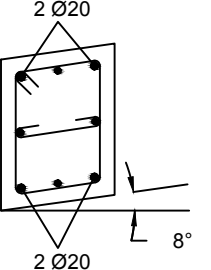
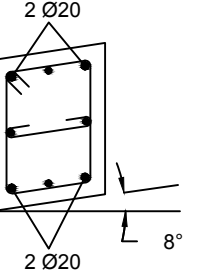
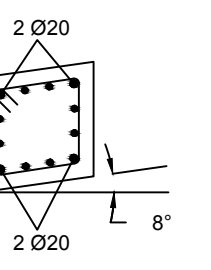
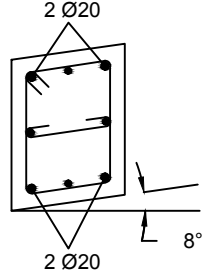
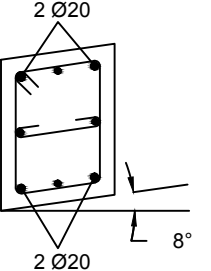
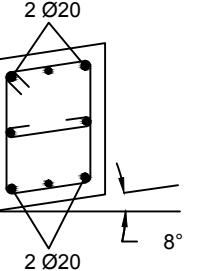
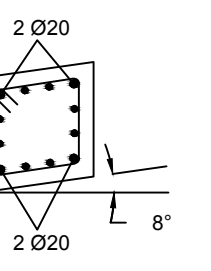
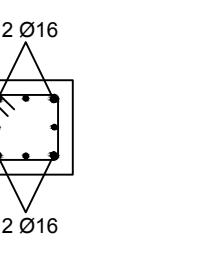
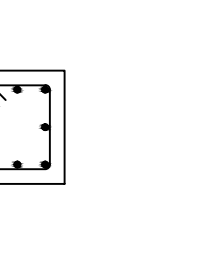
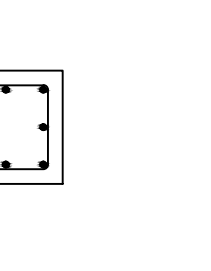
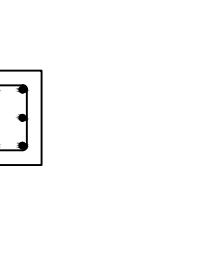
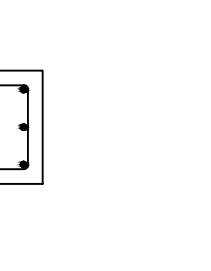
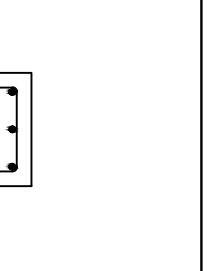
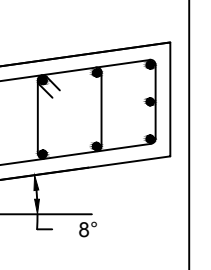
PILAR	TROÇO	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34
Piso 0	3º TROÇO	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	10 Ø16  Secção 0,30x0,45  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø16 + 4 Ø12  Secção 0,25x0,25  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,100		8 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	8 Ø16  Secção 0,25x0,25  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125			18 Ø20  Secção 1,10x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,175
Piso -1	2º TROÇO	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	10 Ø16  Secção 0,30x0,45  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø16 + 4 Ø12  Secção 0,25x0,25  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,100		8 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	8 Ø16  Secção 0,25x0,25  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125			18 Ø20  Secção 1,10x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,175
Piso -2	1º TROÇO	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	10 Ø16  Secção 0,30x0,45  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	4 Ø16 + 4 Ø12  Secção 0,25x0,25  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,100		8 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125	8 Ø16  Secção 0,25x0,25  Cintas: Geral Cintas Exteriores Ø8//0,125			18 Ø20  Secção 1,10x0,30  Cintas: Geral Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,175
Fundação												

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)		
Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95



MATERIAIS	
BETÃO:	
Em Geral	NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45
Muros de Contenção	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35
Sapatas e V. Fundação	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50
Regularização	NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4 c - Recobrimento nominal (mm)
AÇO:	
Armaduras ordinárias	A500 NR SD

 <b>ISEL</b> Instituto Superior de Engenharia de Lisboa	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/20
	Dezembro de 2014	Betão armado Pilares e Paredes 5/9 DESENHO N.º 20 Formato A1

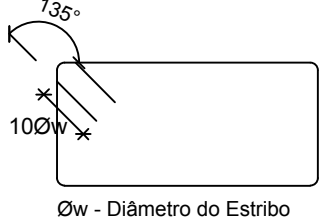
Cobertura	PILAR/PAREDE TROÇO	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34
	6º TROÇO											
Piso 2												
	5º TROÇO	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da zona crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar							
Piso 1												
	4º TROÇO	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø20 + 4 Ø16  Secção 0,30x0,40  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø20 + 8 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	4 Ø16 + 4 Ø12  Secção 0,25x0,25  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,075  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	8 Ø16  Secção 0,25x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,075  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	8 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	8 Ø16  Secção 0,25x0,25  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,075  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	8 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	8 Ø16  Secção 0,30x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar	18 Ø20  Secção 1,10x0,30  Cintas: Zona Crítica Cintas Exteriores e Interiores Ø8//0,100  Comprimento da Zona Crítica (lcr) lcr = Comprimento total do pilar
Piso 0												

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

Pormenor de amarração dos estribos

S/ Esc.



BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

MATERIAIS

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias

A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão armado  
Pilares e Paredes 6/9

DESENHO N.º

21

Formato A1

[illegible]

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

Pormenor de amarração dos estribos  
S/ Esc,

135°

100Øw

Øw - Diâmetro do Estribo

BETÃO:  
Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

AÇO:  
Armaduras ordinárias      A500 NR SD

## MATERIALS

NP EN206-1	C30/37	XS1(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=45
NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=35
NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=50
NP EN206-1	C12/15	XO(pt)		Dmax20 S4	

c - Recobrimiento nominal (mm)



Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

Dezembro de 2014

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

## TRABALHO FINAL DE MESTRADO

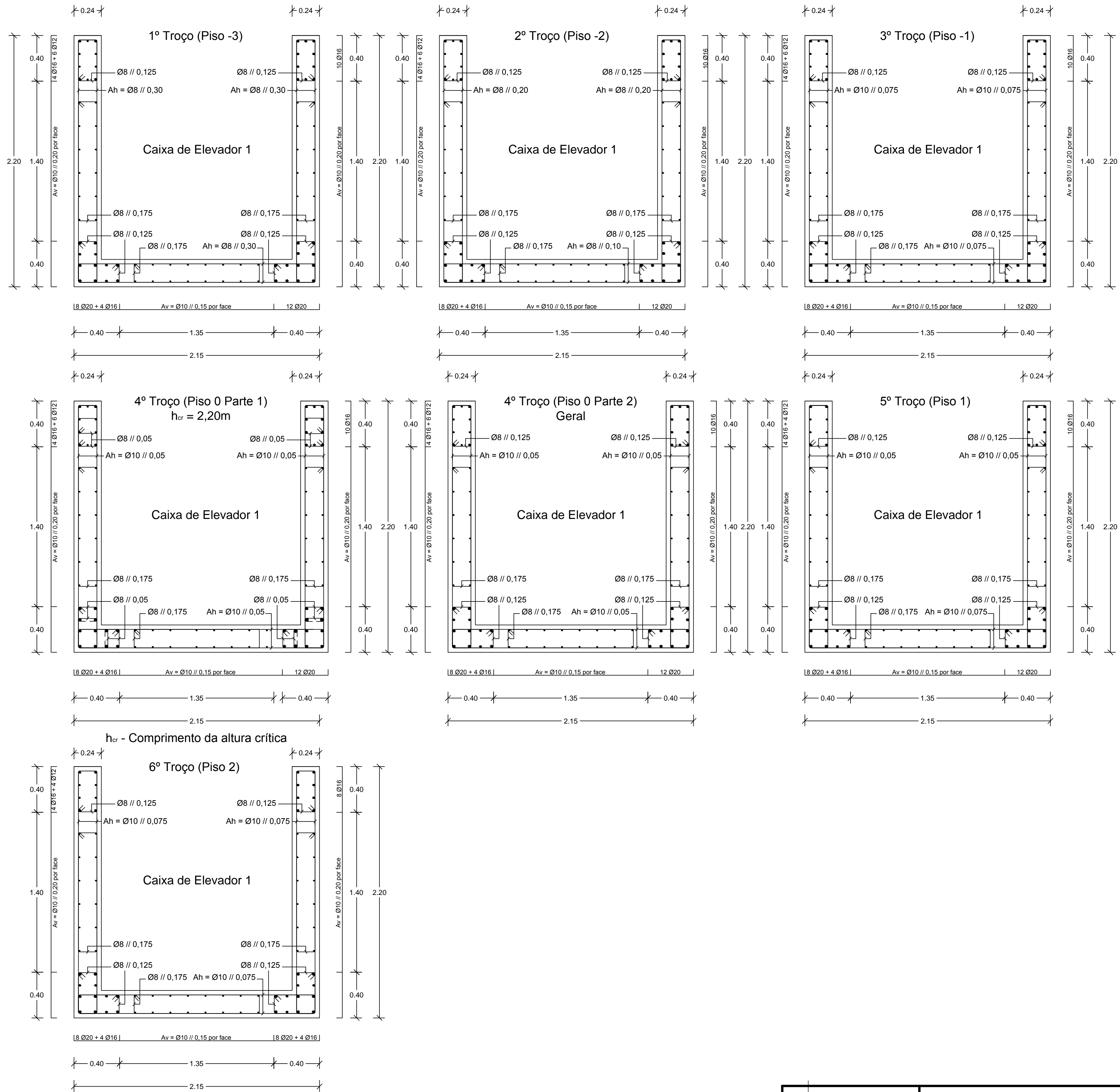
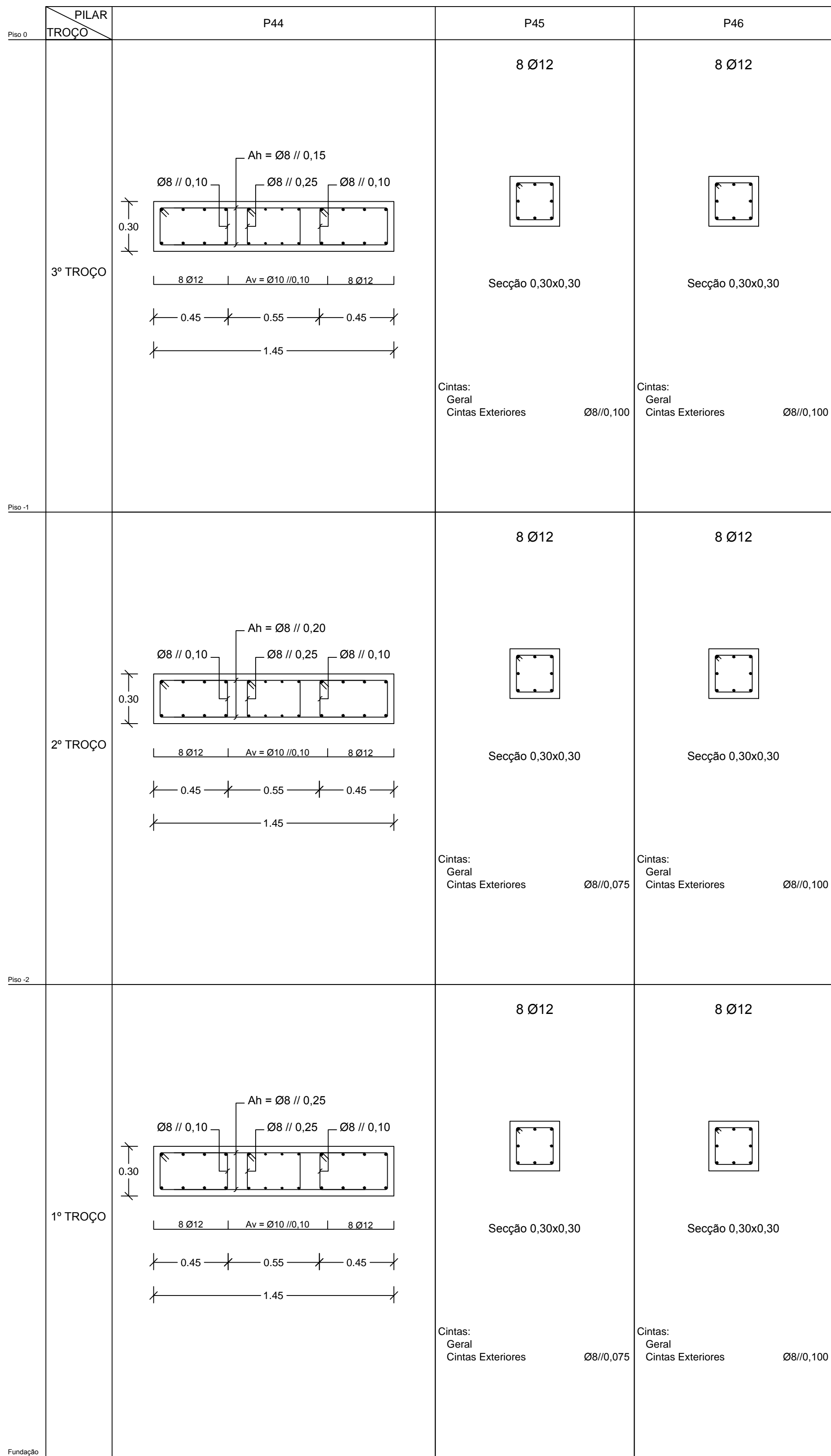
Betão armado

Pilares e Paredes 7/9

DESENHO N.º

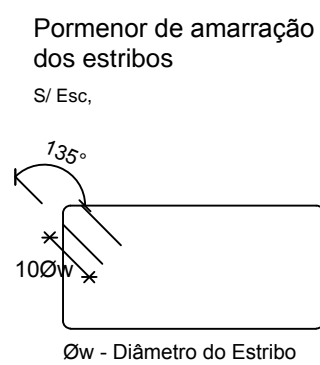
22

Formato A1



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95



BETÃO:

Em Geral

Muros de Contenção

Sapatas e V. Fundação

Regularização

#### MATERIAIS

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45

NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35

NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50

NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4

c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias

A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:

Tomás Araújo

N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão armado

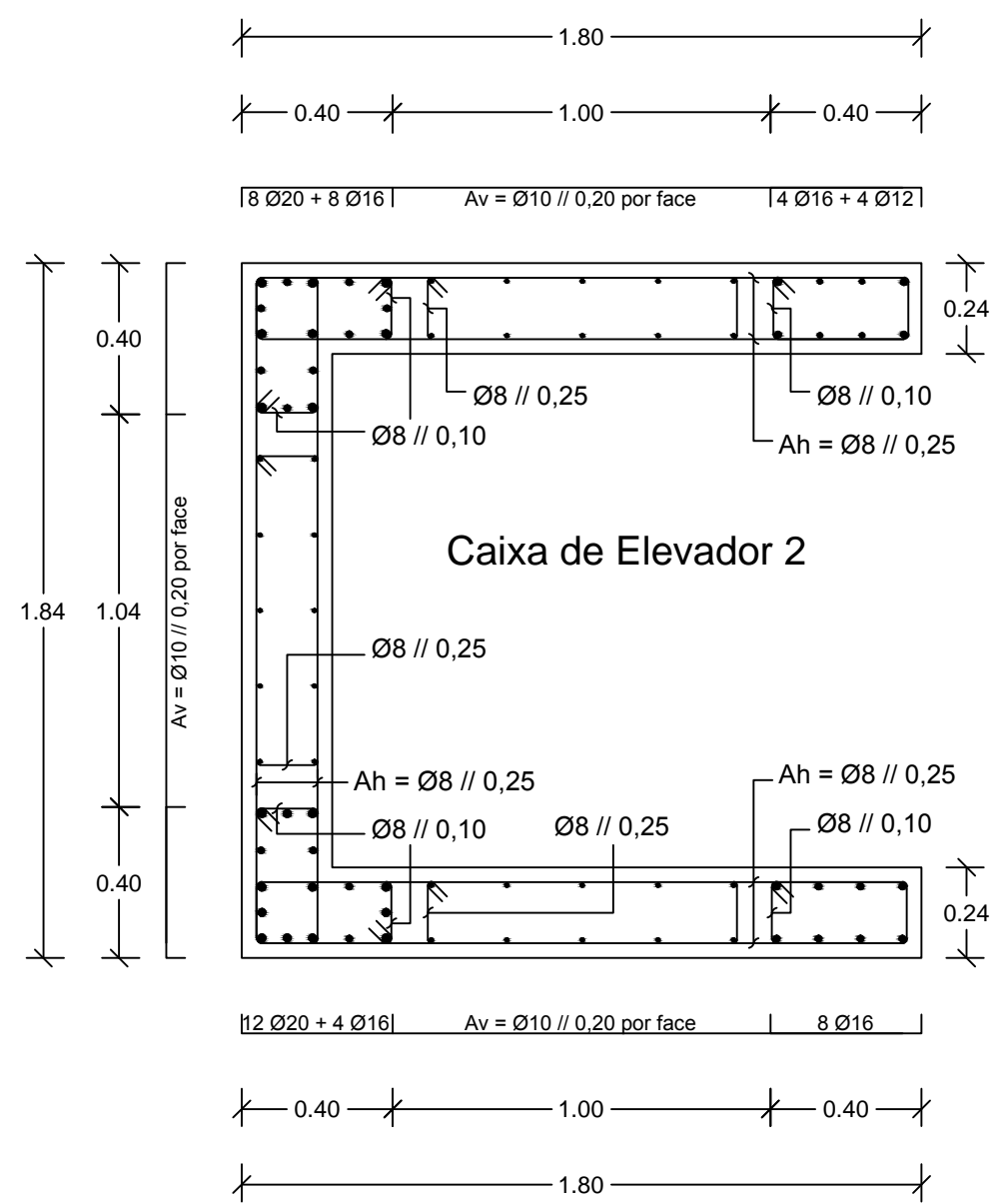
Pilares e Paredes 8/9

DESENHO N.º

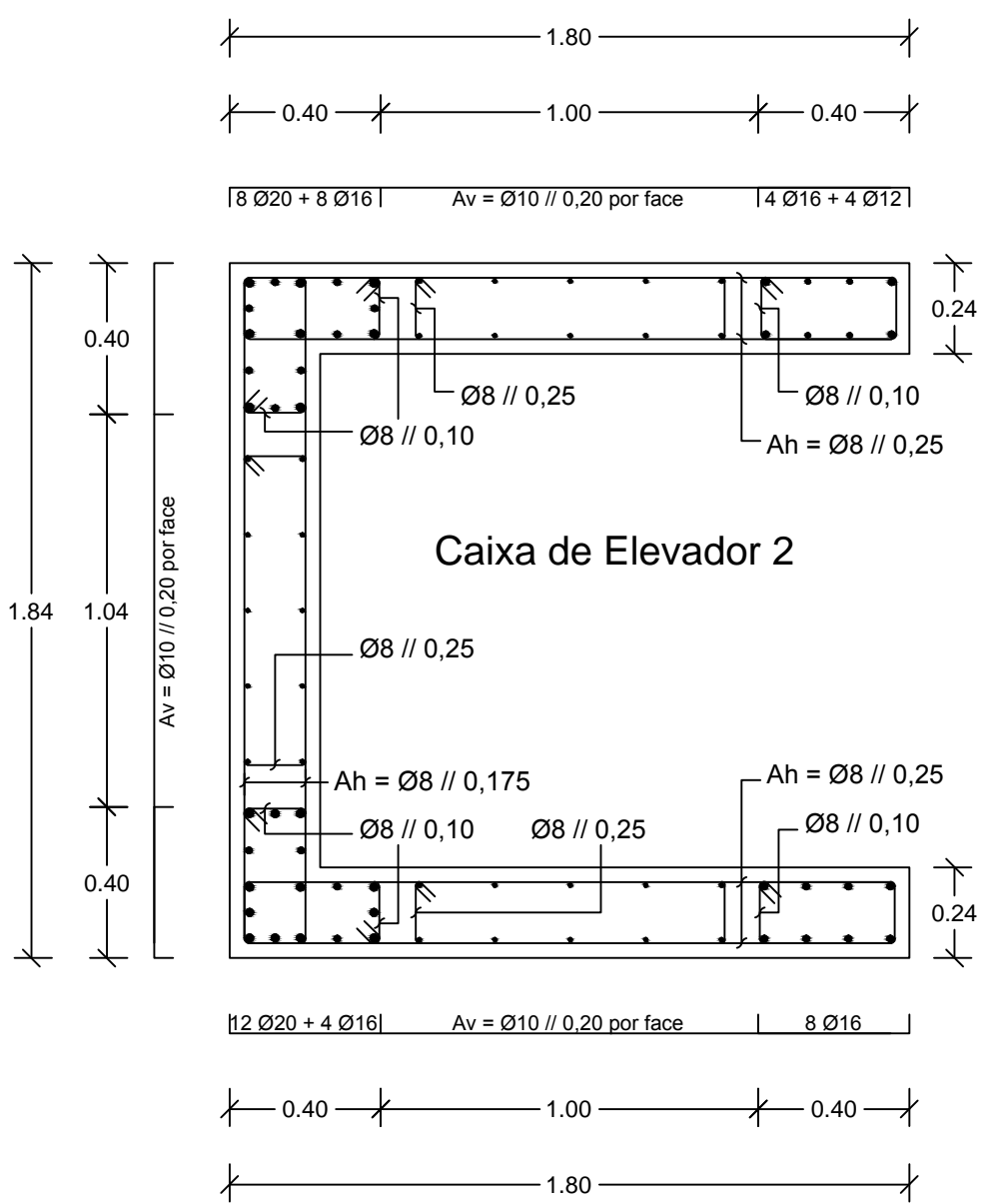
23

Formato A1

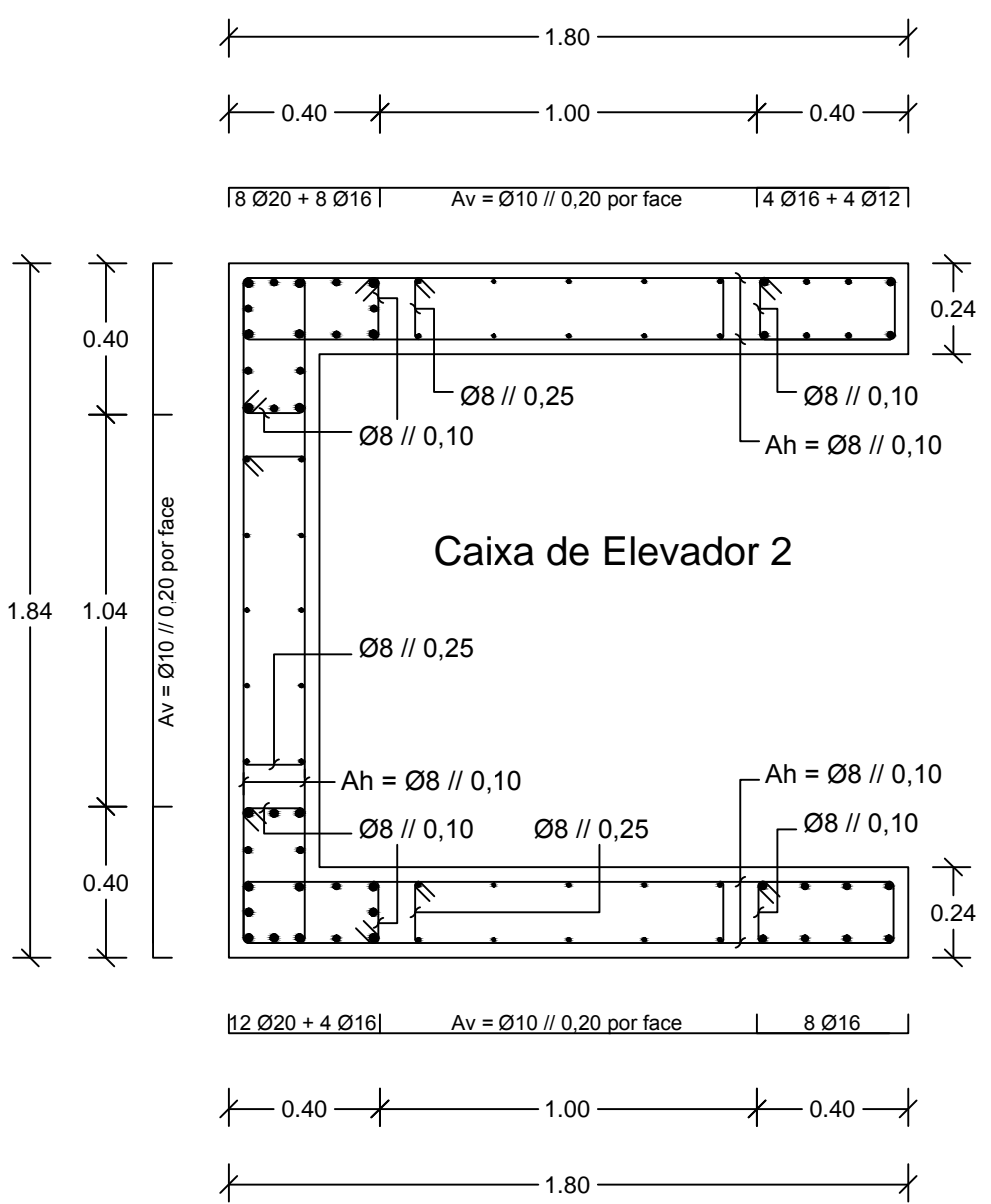
1º Troço (Piso -3)



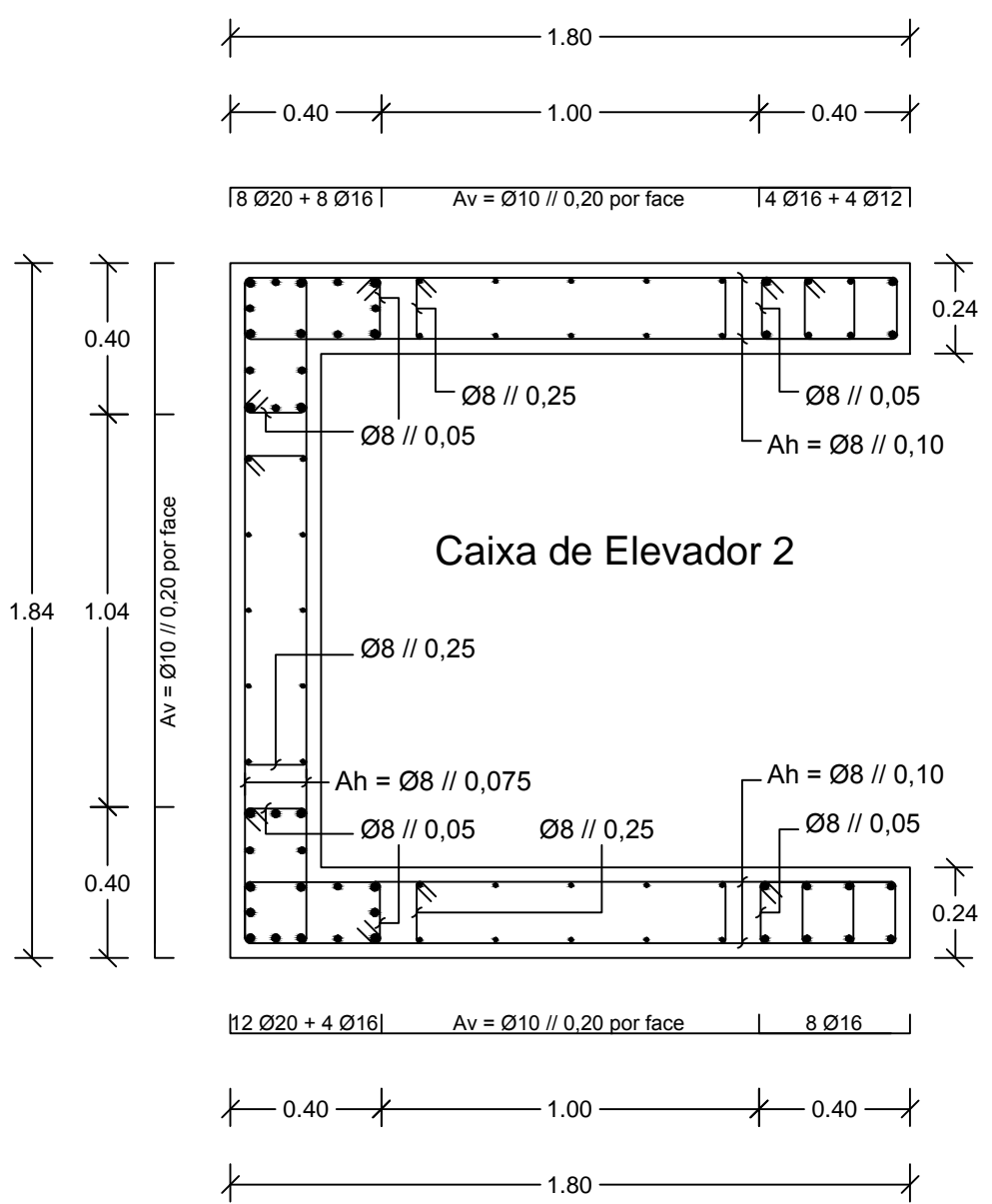
2º Troço (Piso -2)



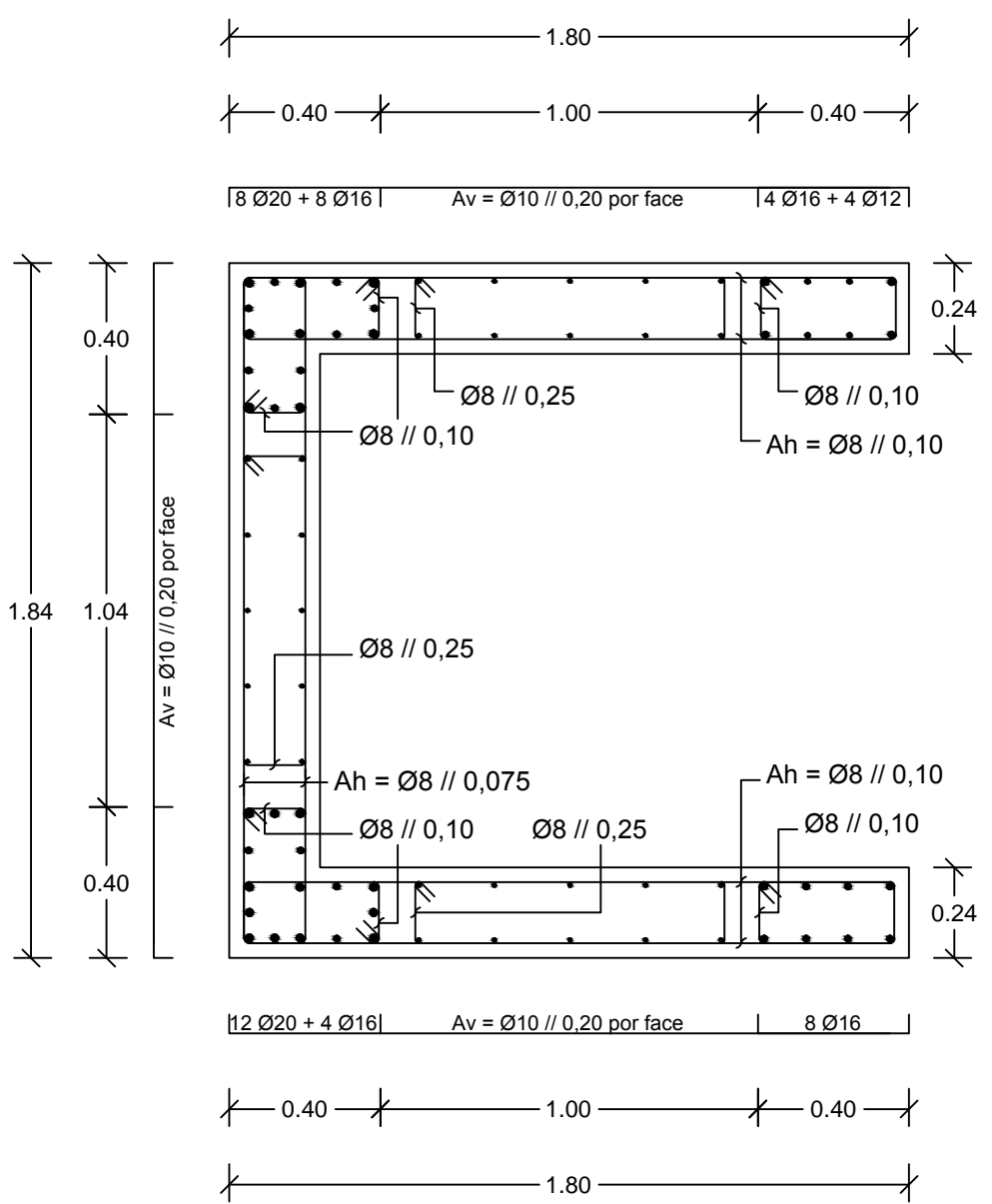
3º Troço (Piso -1)



4º Troço (Piso 0 Parte 1)  
h<sub>cr</sub> = 2,20m

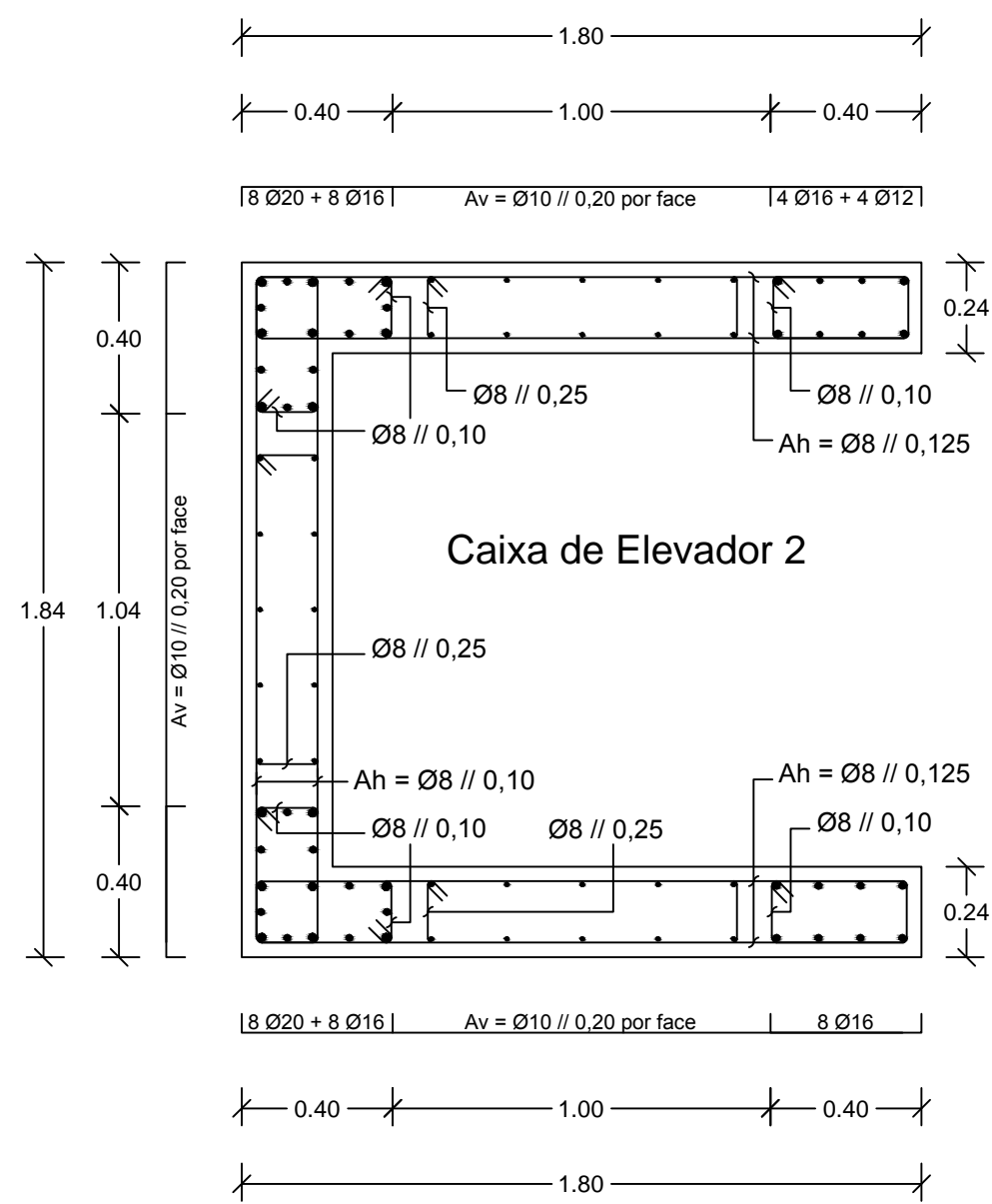


4º Troço (Piso 0 Parte 2)

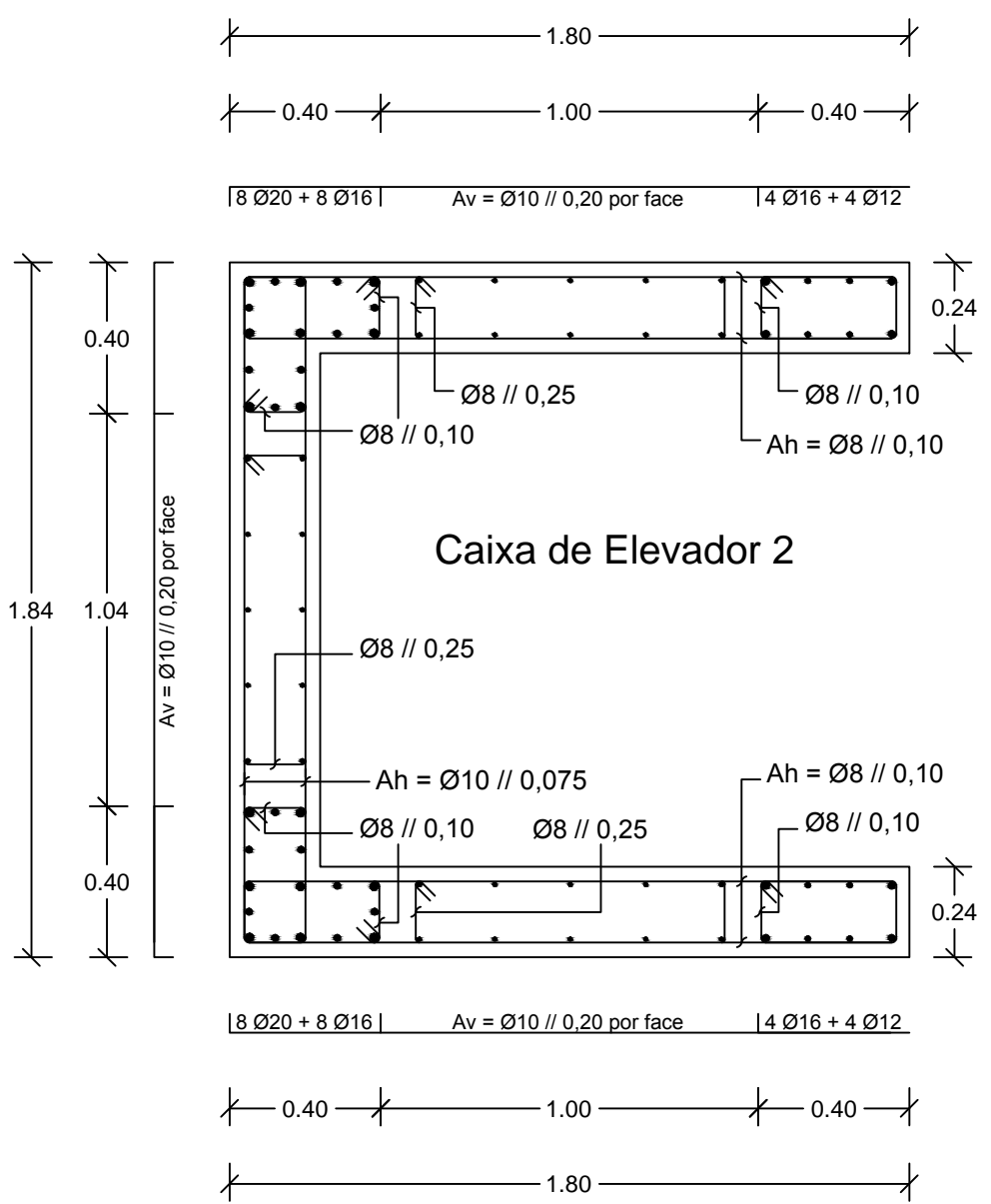


h<sub>cr</sub> - Comprimento da altura crítica

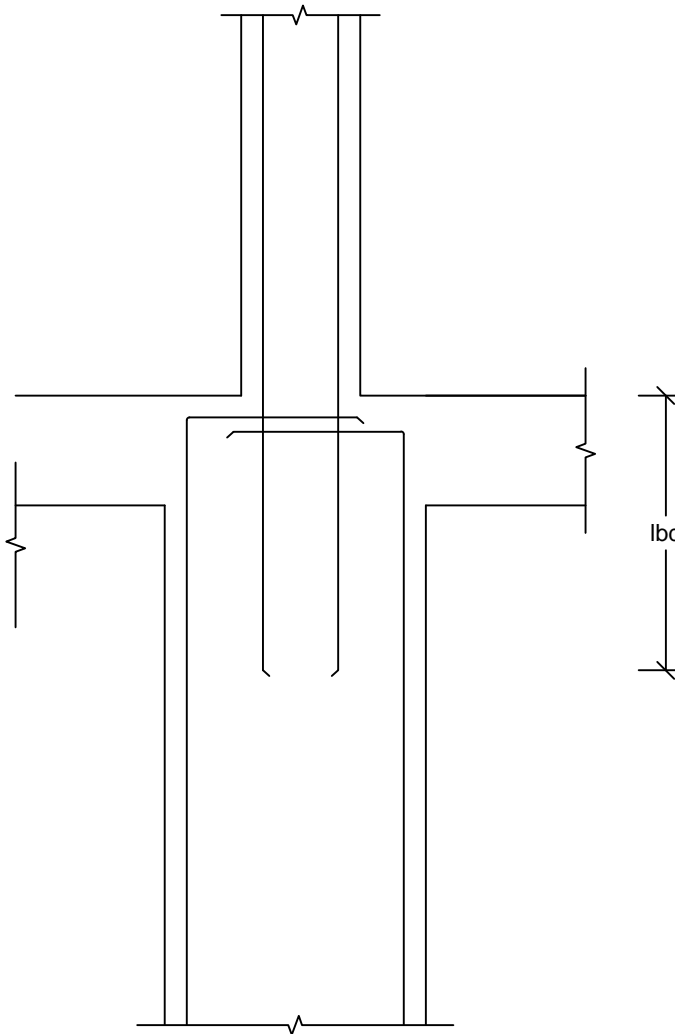
5º Troço (Piso 1)



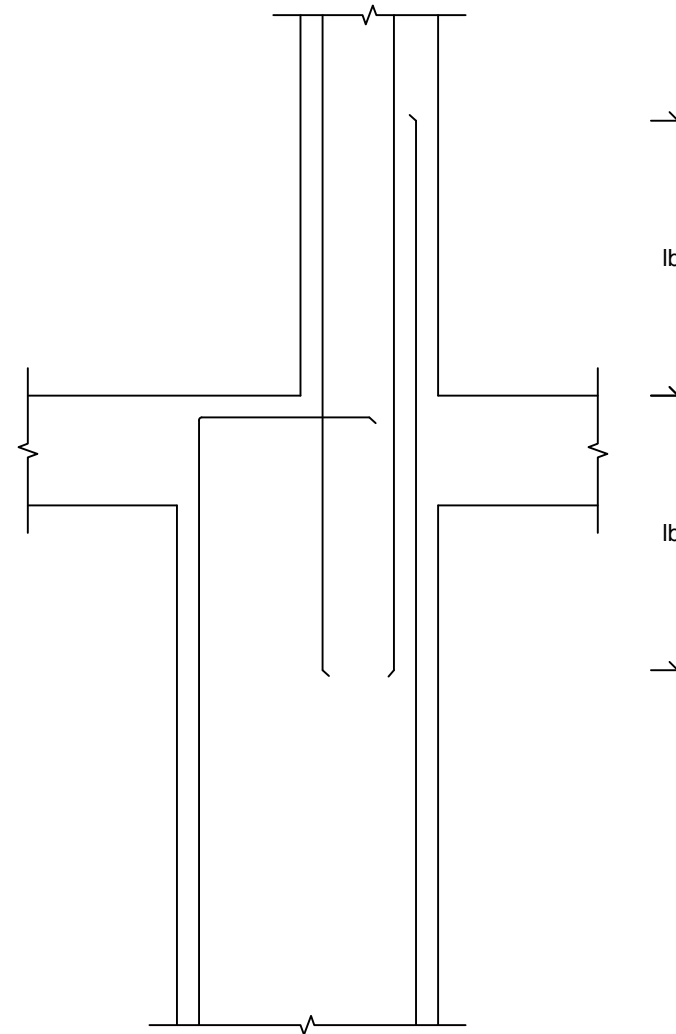
6º Troço (Piso 2)



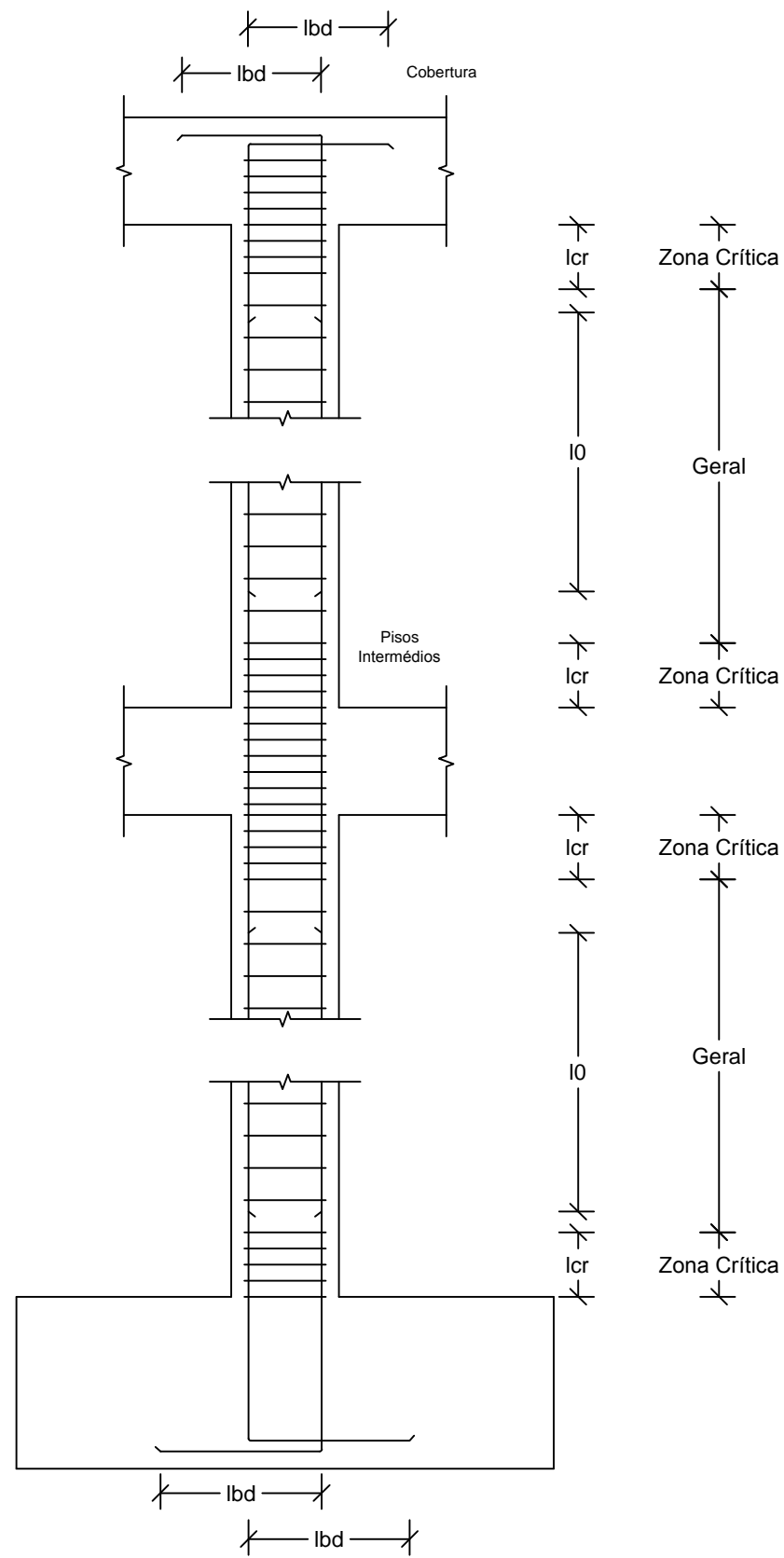
Variação de Secção  
Sem Escala



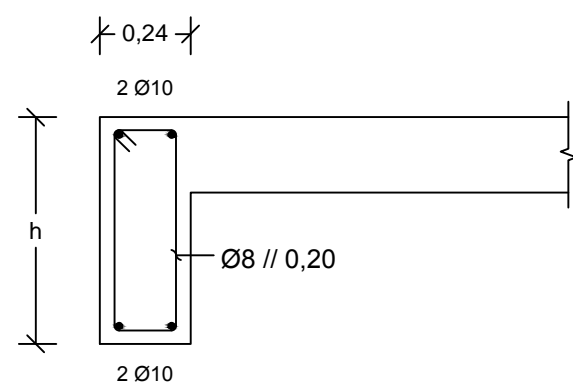
Variação de Secção  
Sem Escala



Disposição Geral das Armaduras nos pilares  
Sem Escala

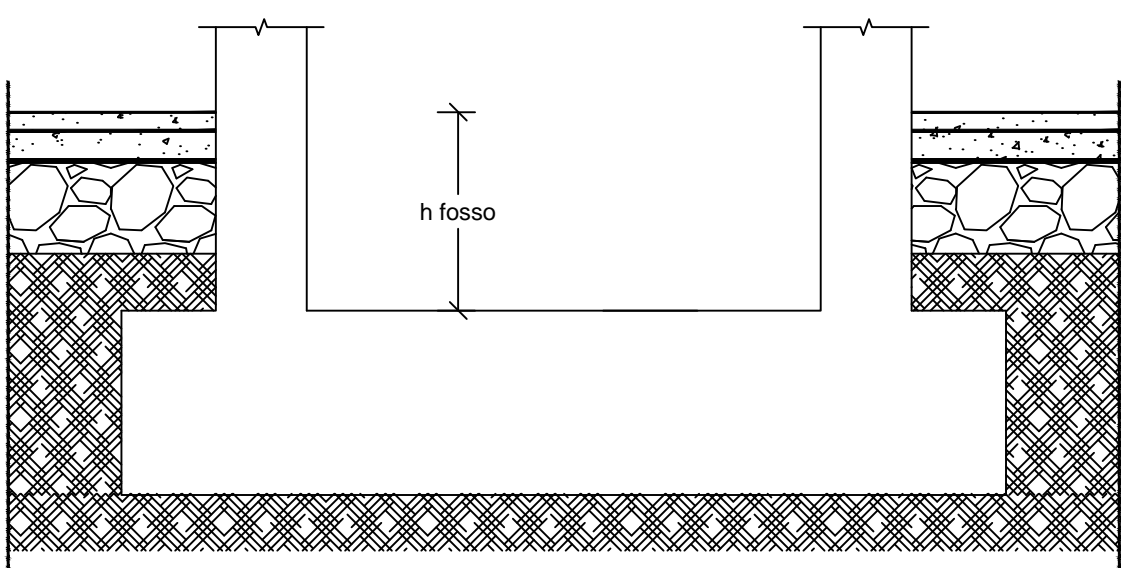


Lt - Lintel da Caixa dos Elevadores



h - Altura a definir a partir do projecto de elevadores

Fosso do Elevador  
Sem Escala

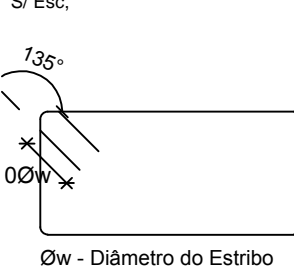


h fosso - Altura a definir a partir do projecto de elevadores

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0.30	0.65
Ø10	0.40	0.80
Ø12	0.45	0.95
Ø16	0.60	1.25
Ø20	0.75	1.60
Ø25	0.95	1.95

Pormenor de amarração dos estribos



MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão armado  
Pilares e Paredes 9/9

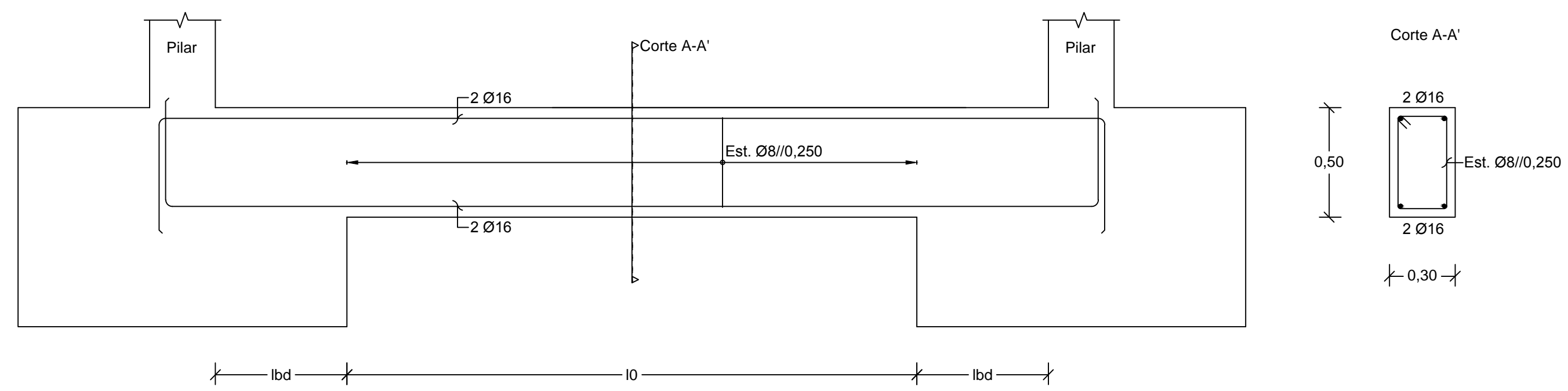
DESENHO N.º

24

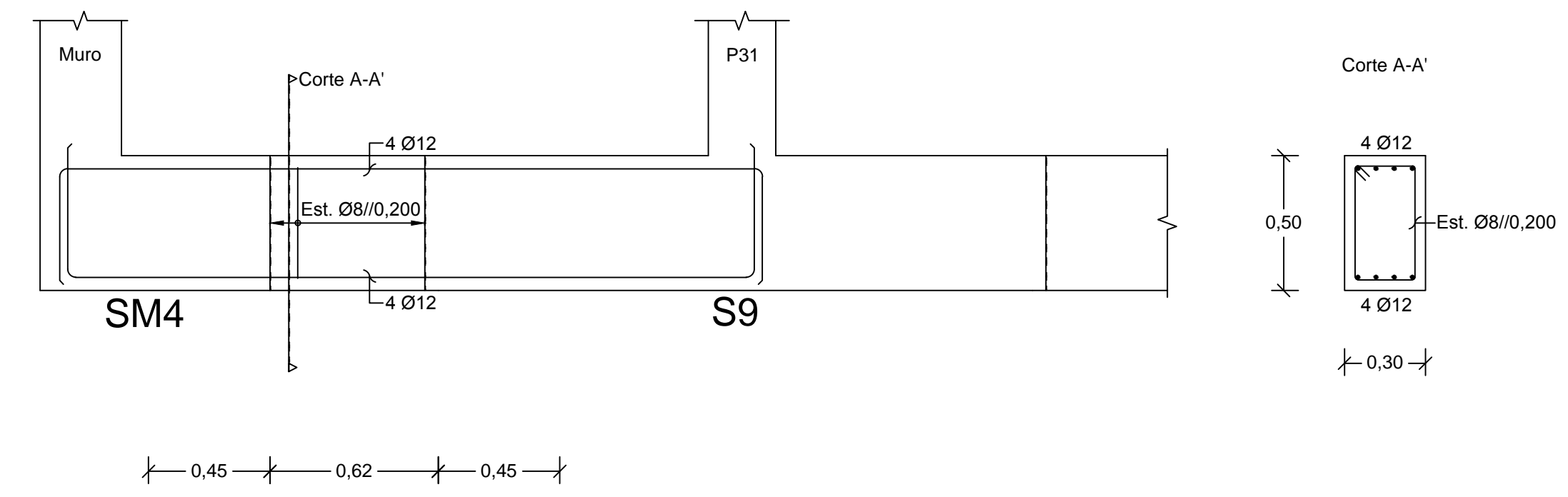
Formato A1



Viga de Fundação Tipo (Geral)



VF11




Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)		
Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

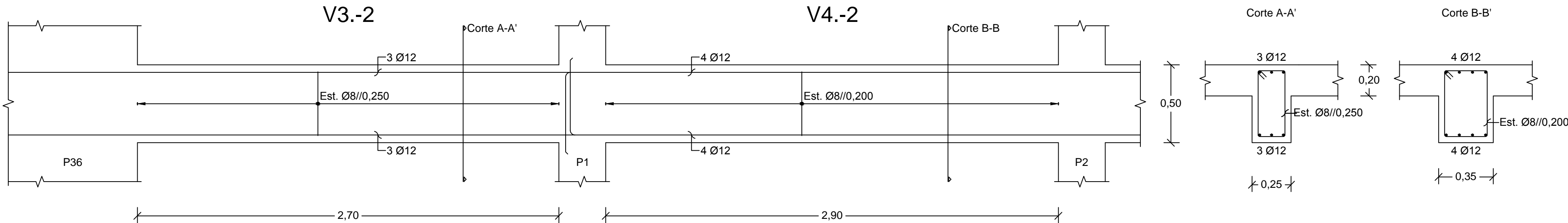
MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

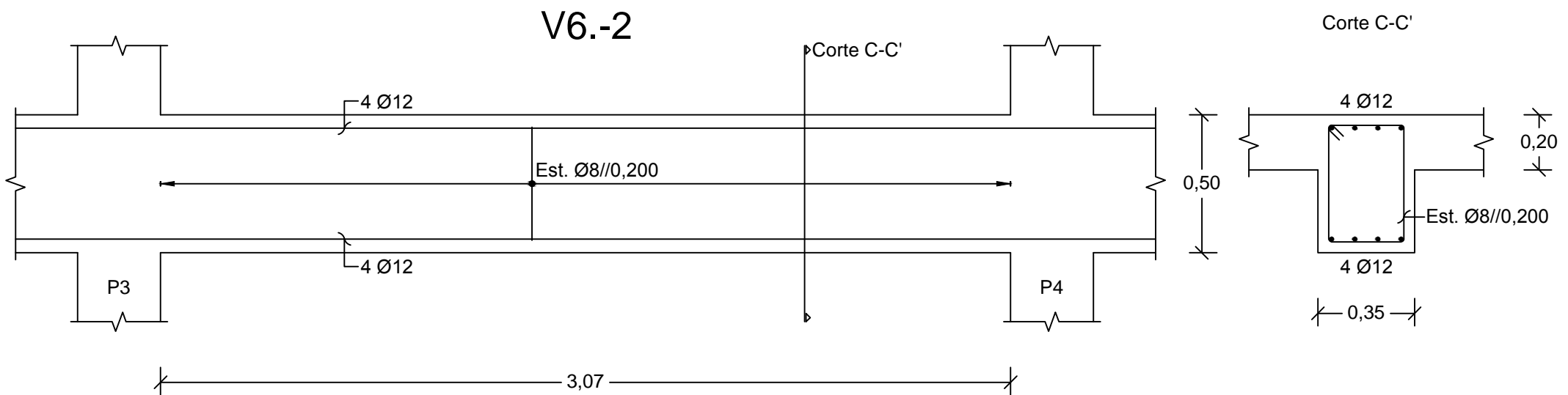
AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD

 <b>ISEL</b> <small>Instituto Superior de Engenharia de Lisboa</small>	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/20
	Dezembro de 2014	Betão Armado Vigas 1/28 DESENHO N.º 25 Formato A1

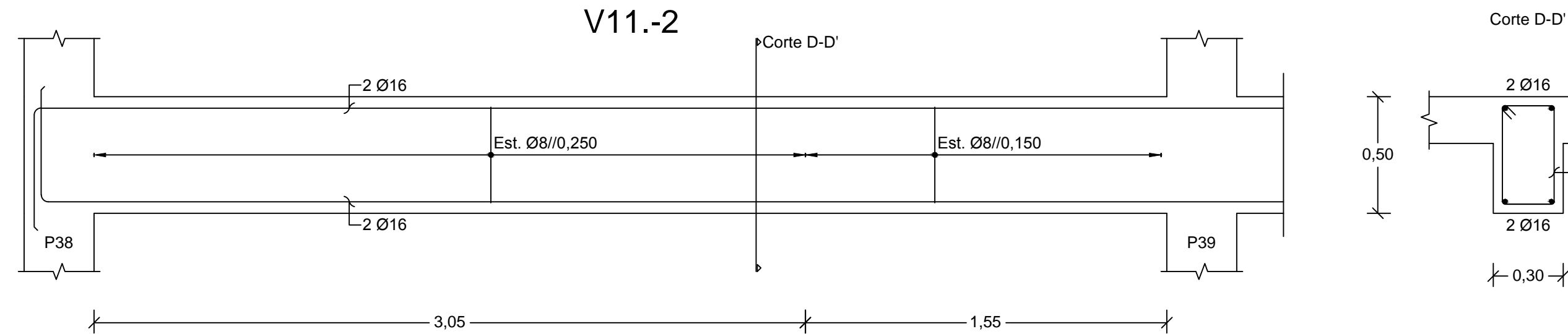
V3.-2 E V4.-2  
Escala 1:20



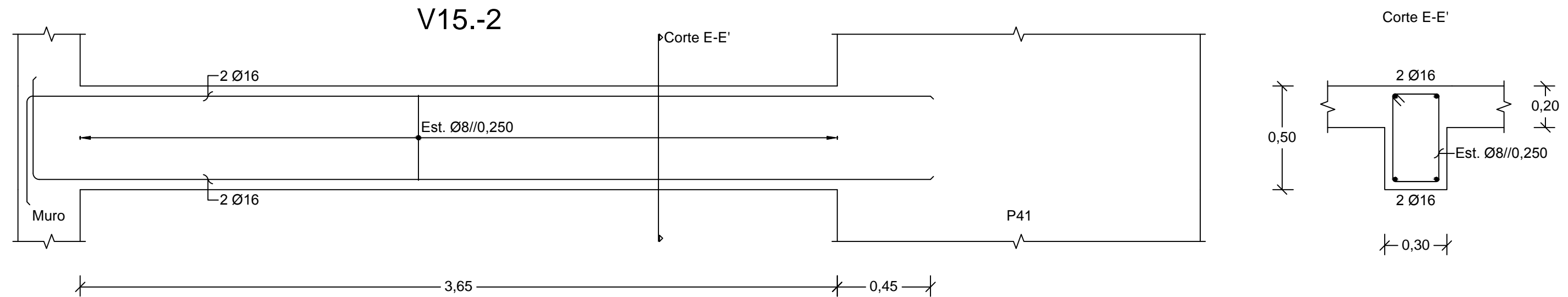
V6.-2  
Escala 1:20



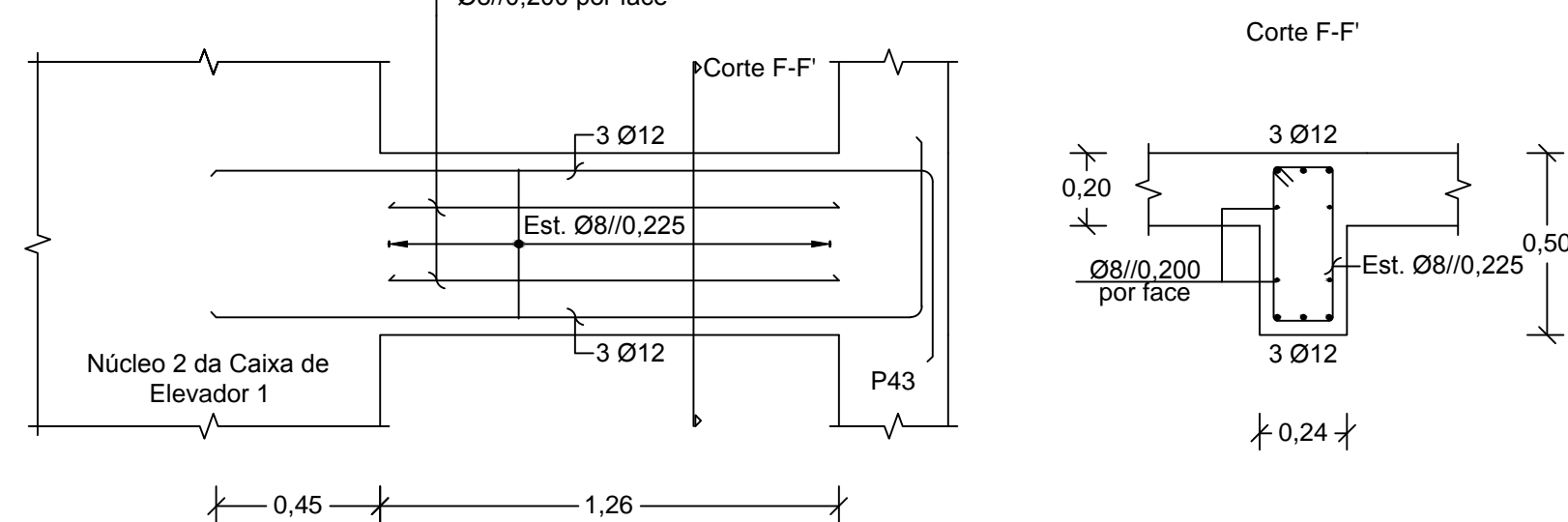
V11.-2  
Escala 1:20



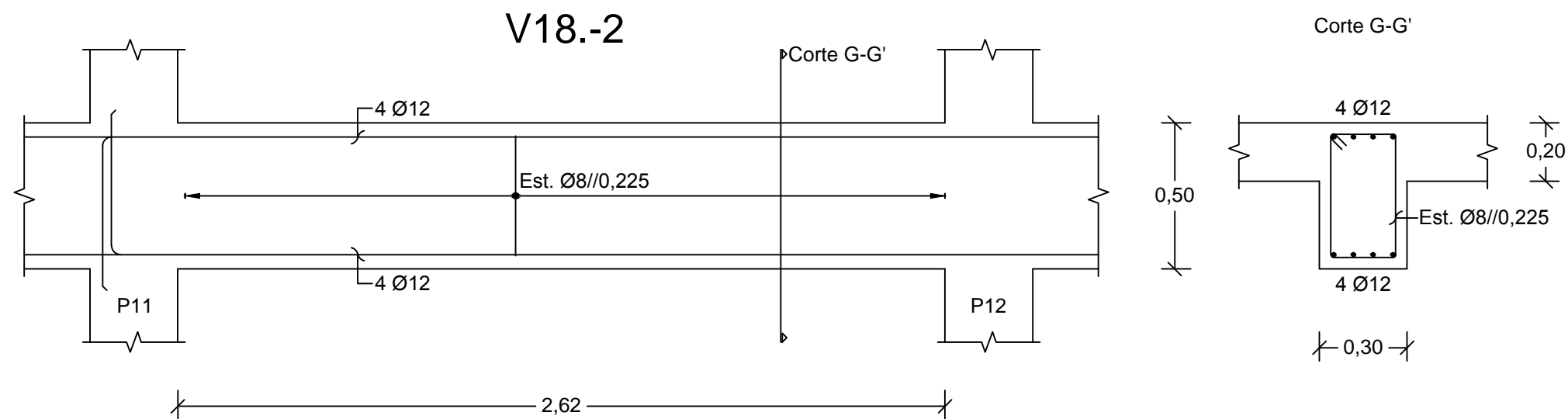
V15.-2  
Escala 1:20



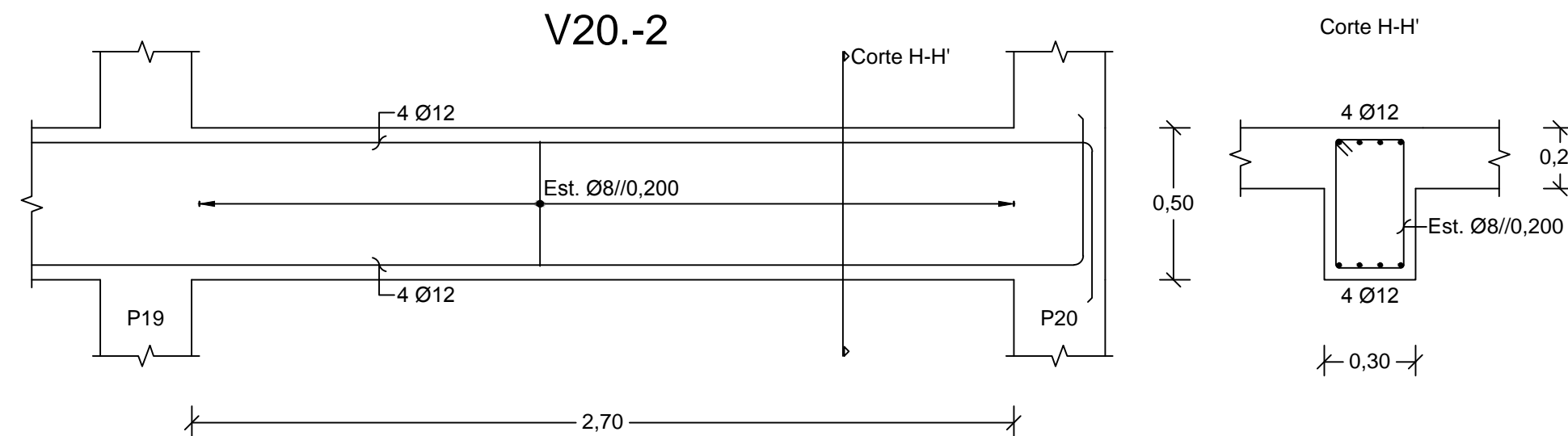
V16.-2  
Escala 1:20



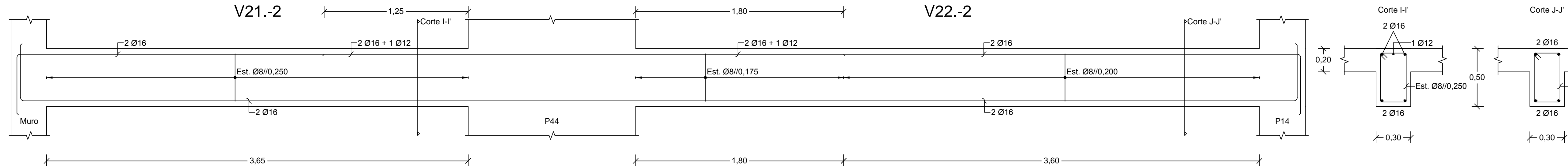
V18.-2  
Escala 1:20



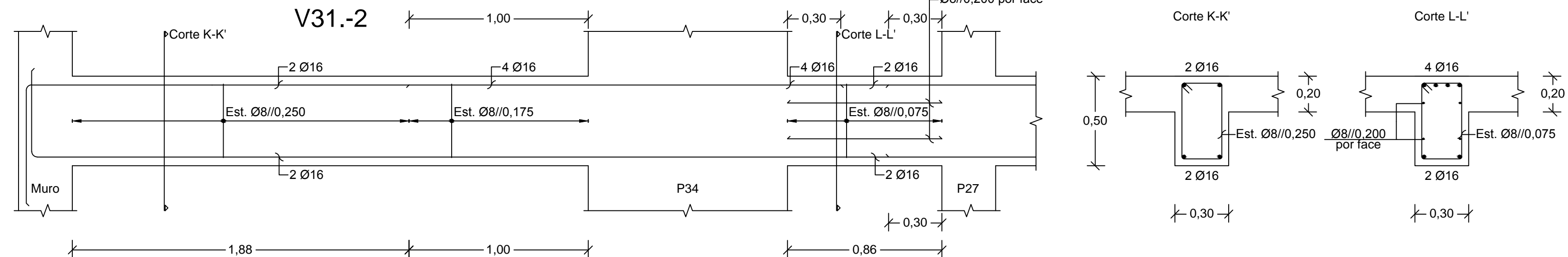
V20.-2  
Escala 1:20



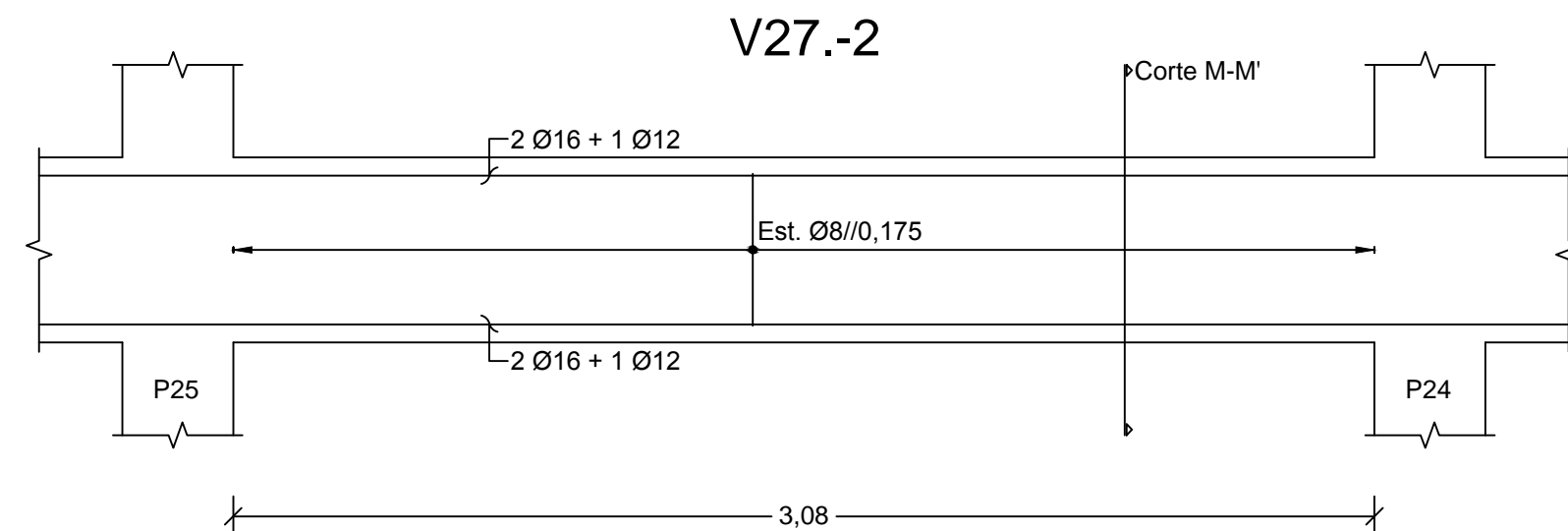
V21.-2 E V22.-2  
Escala 1:20



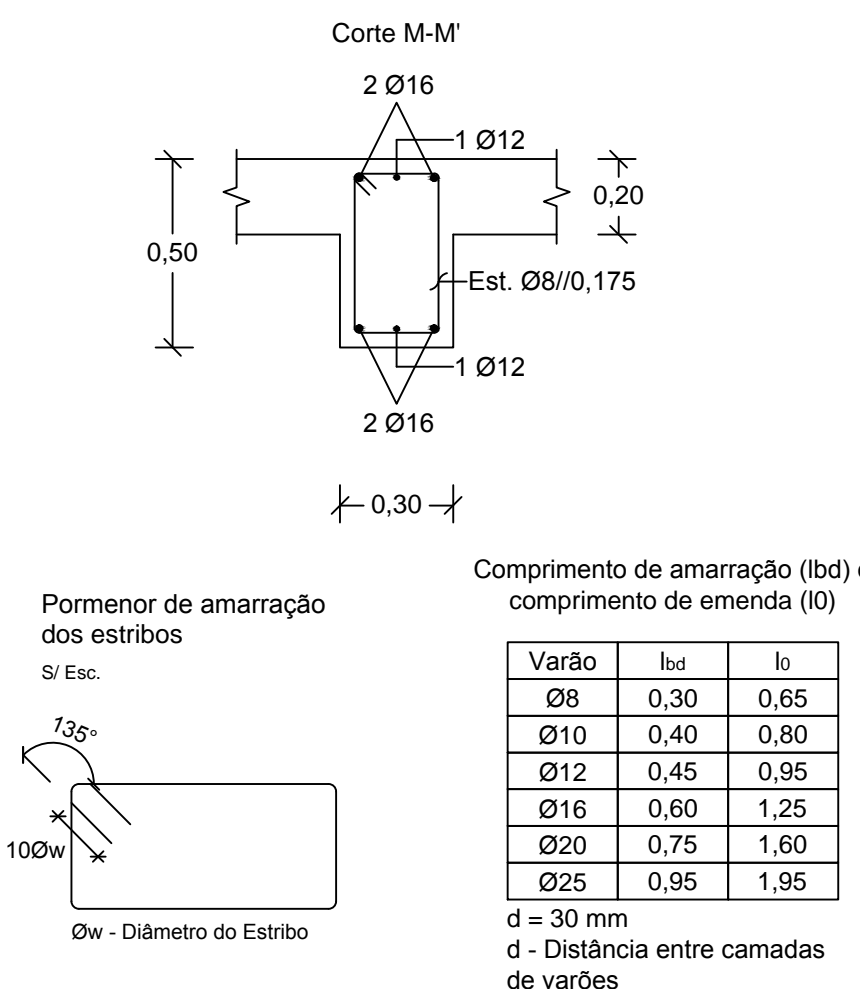
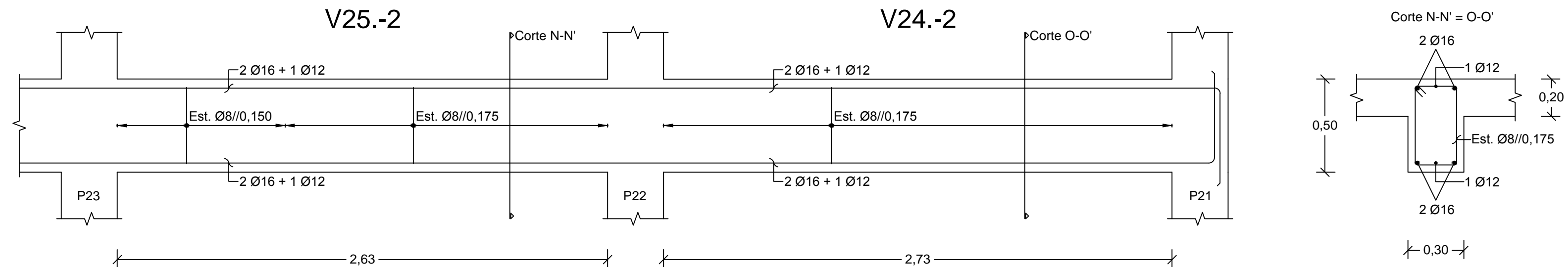
V30.-2 e V31.-2  
Escala 1:20



V27.-2  
Escala 1:20



V24.-2 E 25.-2  
Escala 1:20



**Nota:** Todas as vigas do Piso -2 que não se encontrarem nos próximos desenhos, admitem-se iguais às do piso 0 (uma vez que a sua disposição e secção é igual).

MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

Vigas 2/28

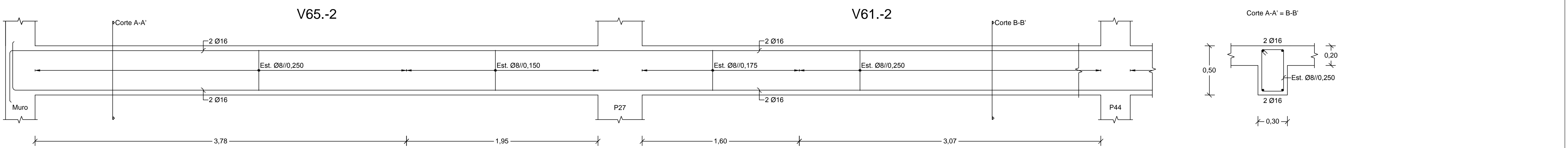
DESENHO N.º

26

Formato A1

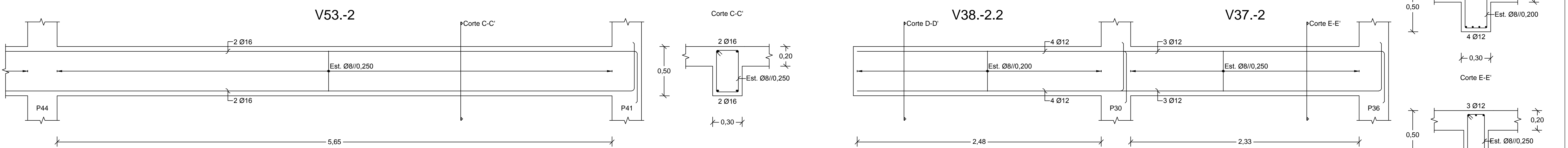
V61.-2 E V65.-2

Escala 1:20



V53.-2

Escala 1:20



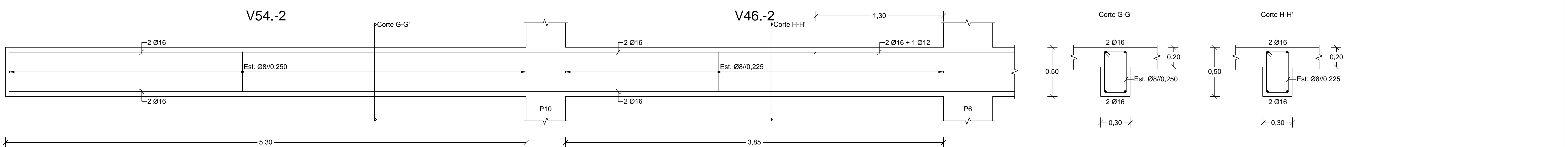
V45.-2

Escala 1:20



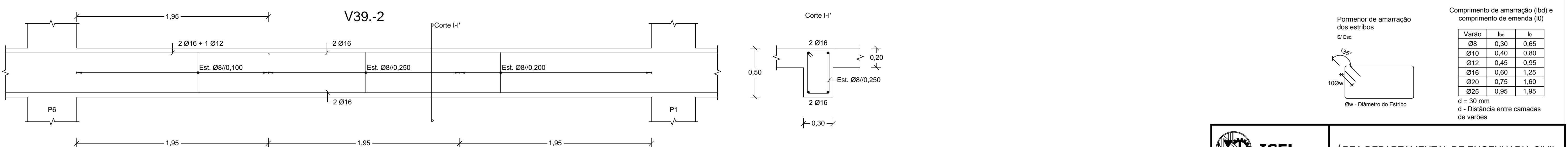
V46.-2 E V54.-2

Escala 1:20



V39.-2

Escala 1:20



MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ISEL

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:

Tomás Araújo

N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

Betão Armado

Vigas 3/28

ESCALA 1/20

DESENHO N.º

27

Formato A1

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão

S/ Esc.

Ø8

Ø10

Ø12

Ø16

Ø20

Ø25

lbd

lo

0,30

0,40

0,45

0,60

0,75

0,95

1,25

1,60

1,95

d = 30 mm

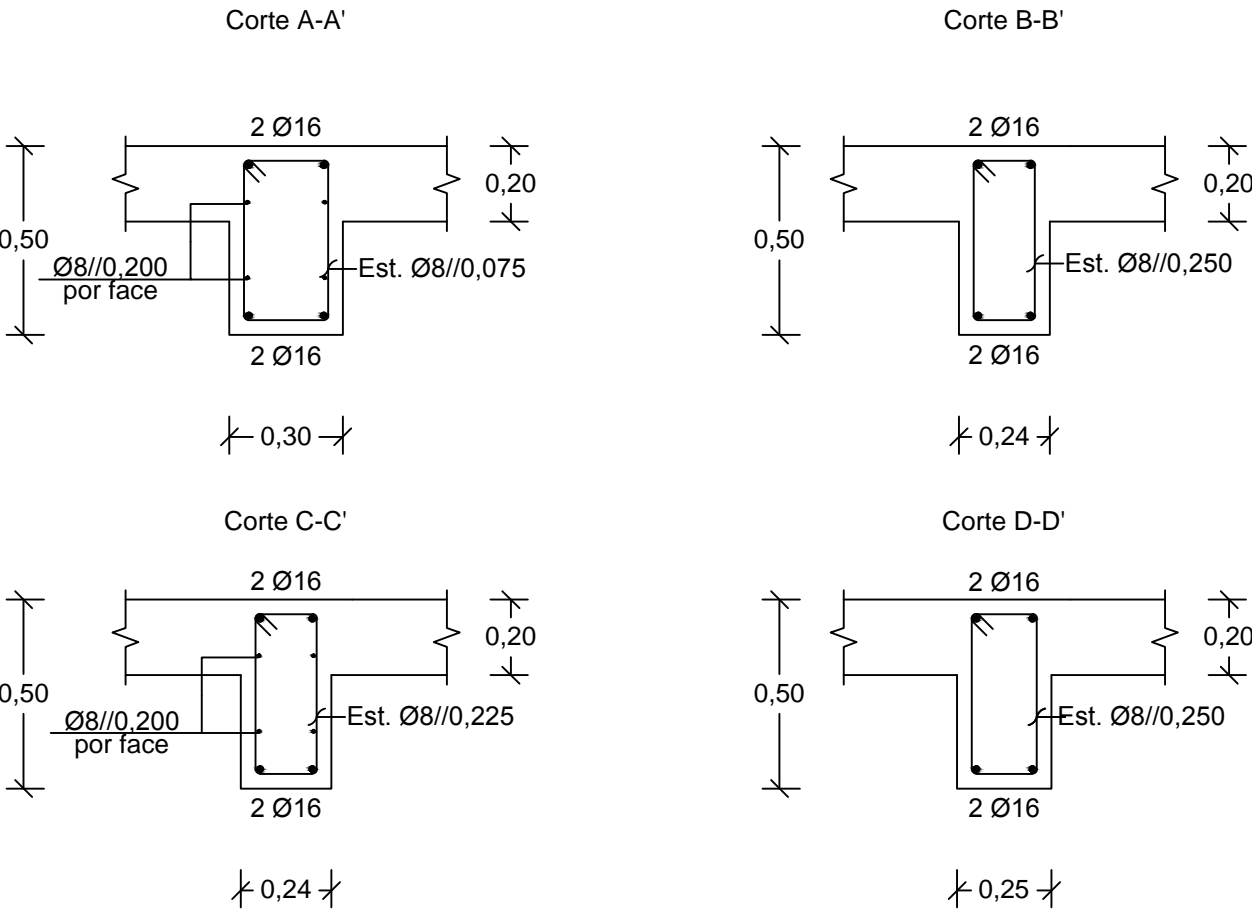
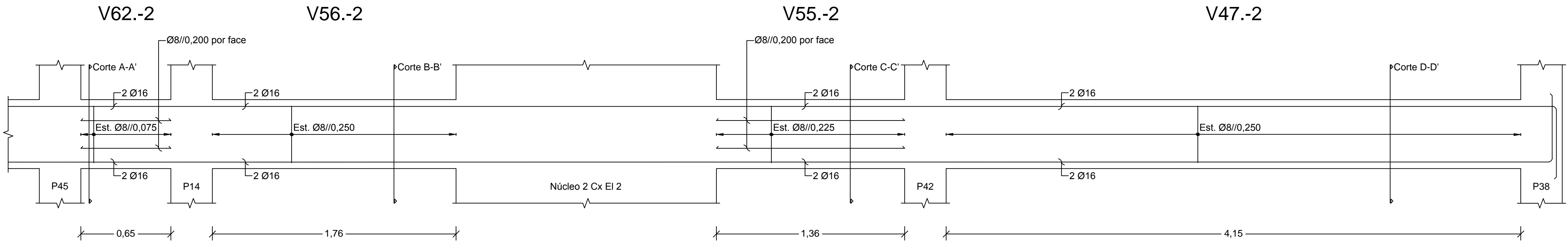
d - Distância entre camadas de varões

Øw - Diâmetro do Estribo

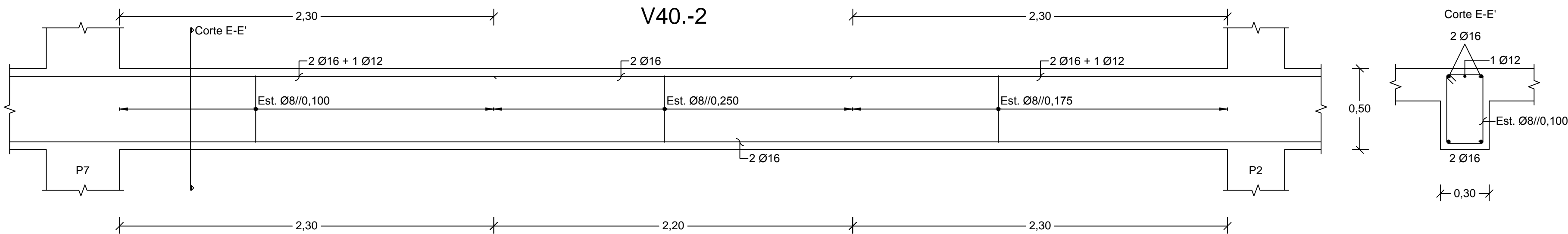
135°

100w

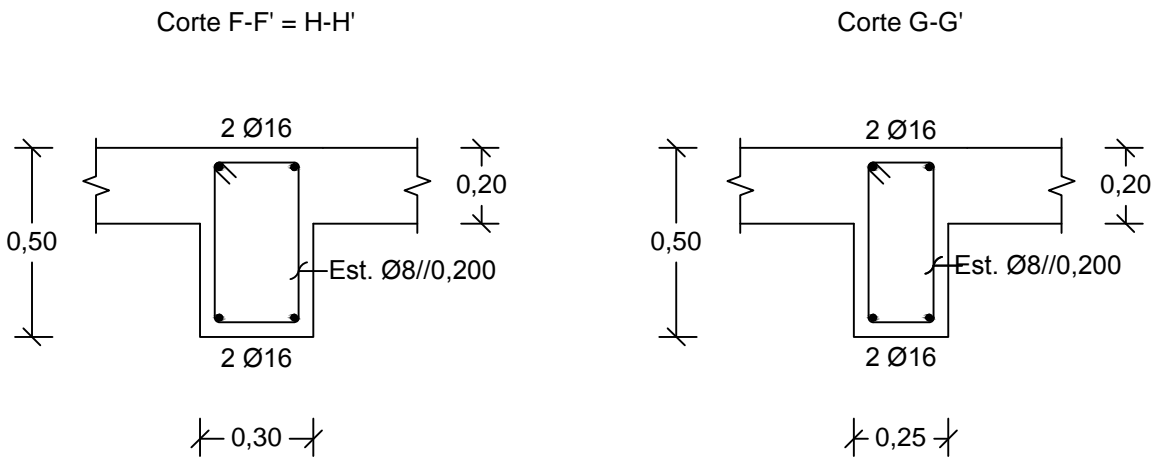
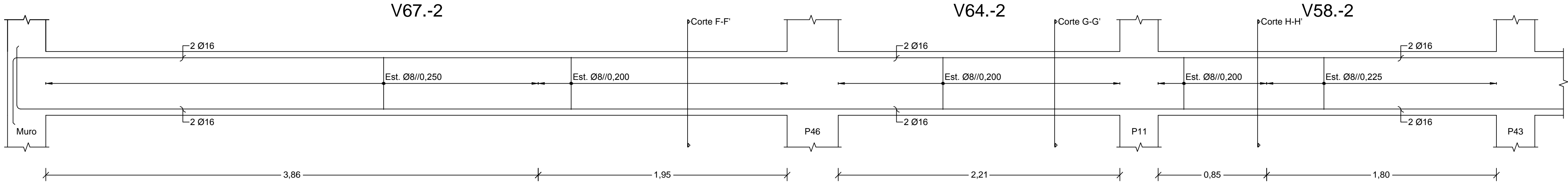
V47.-2, V55.-2, V56.-2 E V62.-2



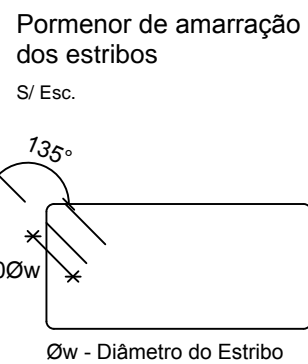
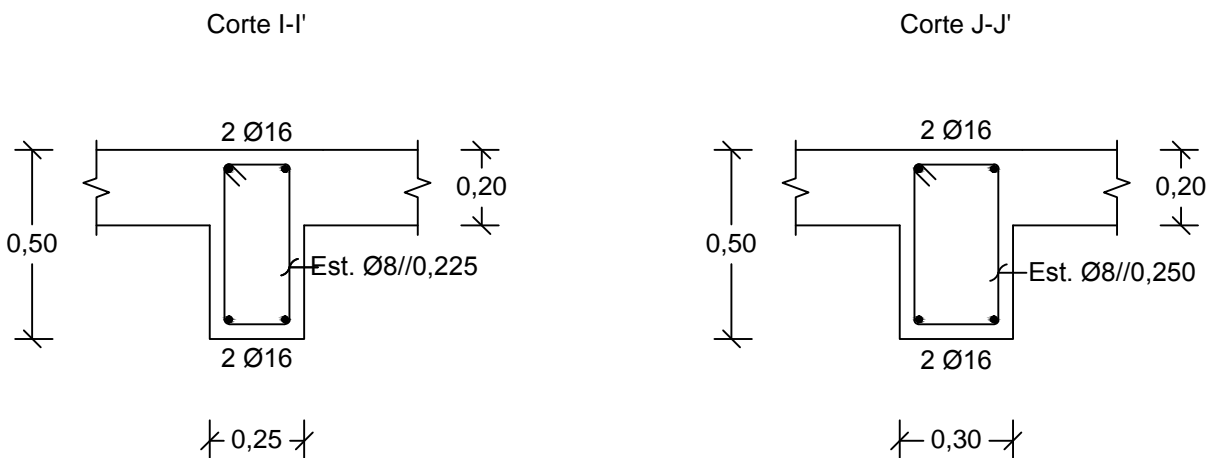
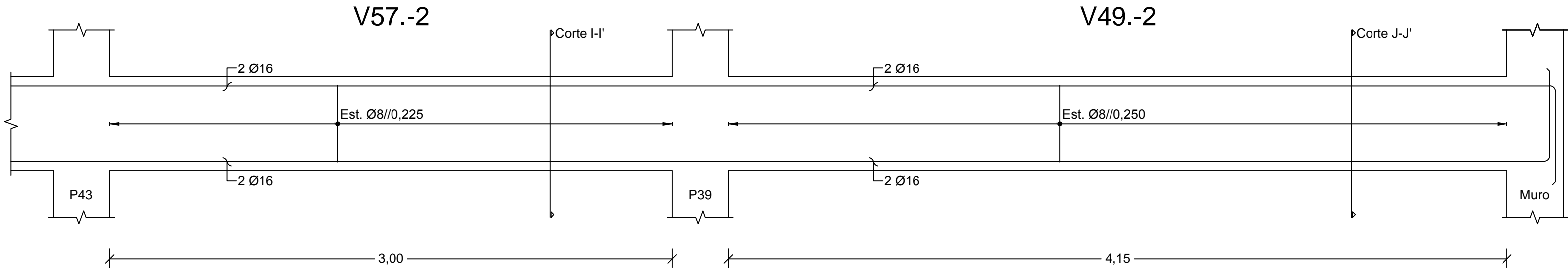
V40.-2



V58.-2, V64.-2 E V67.-2



V49.-2 E V57.-2



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ISEL

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:

Tomás Araújo

N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

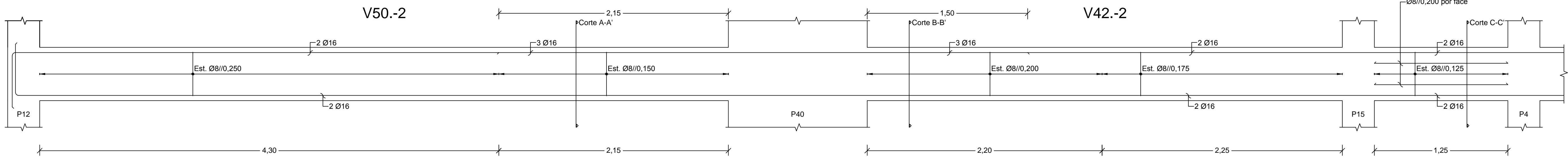
Vigas 4/28

DESENHO N.º

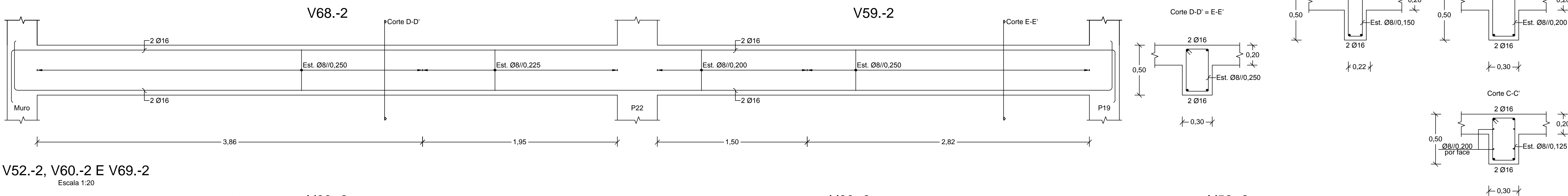
28

Formato A1

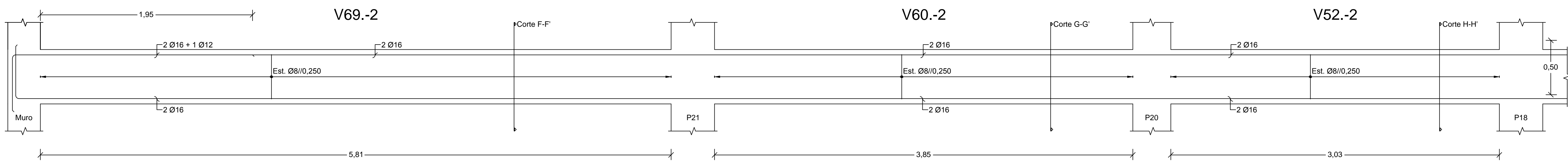
V42.-2 E V50.-2  
Escala 1:20



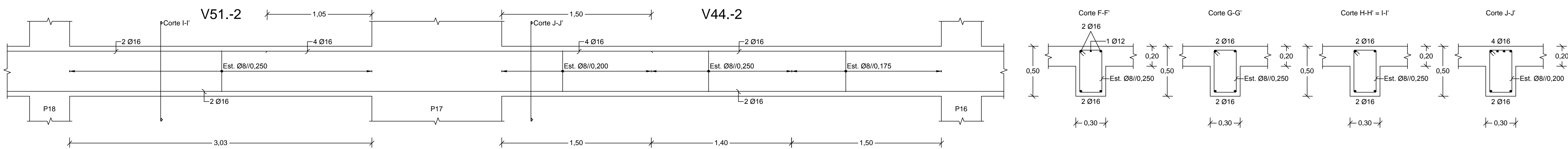
V59.-2 E V68.-2  
Escala 1:20



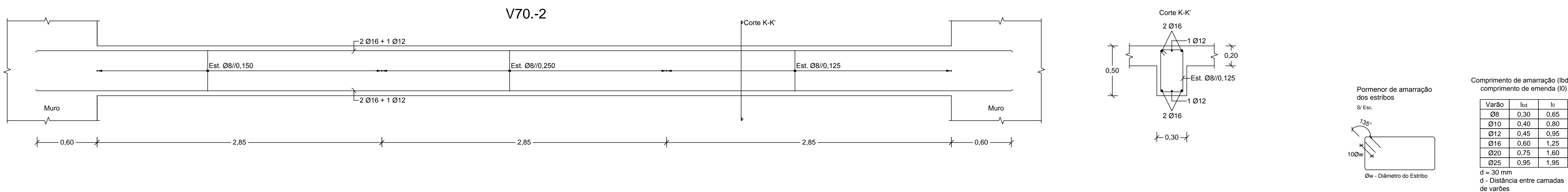
V52.-2, V60.-2 E V69.-2  
Escala 1:20



V44.-2 E V51.-2  
Escala 1:20



V70.-2  
Escala 1:20



MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

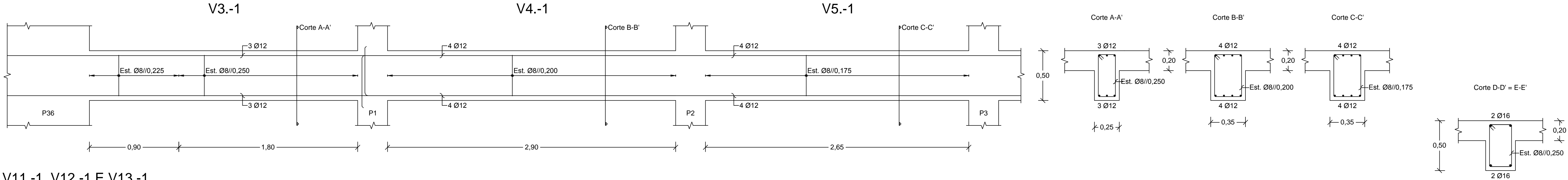
Vigas 5/28

DESENHO N.º

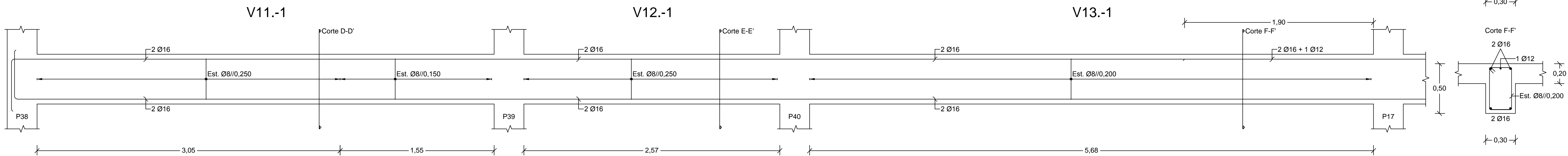
29

Formato A1

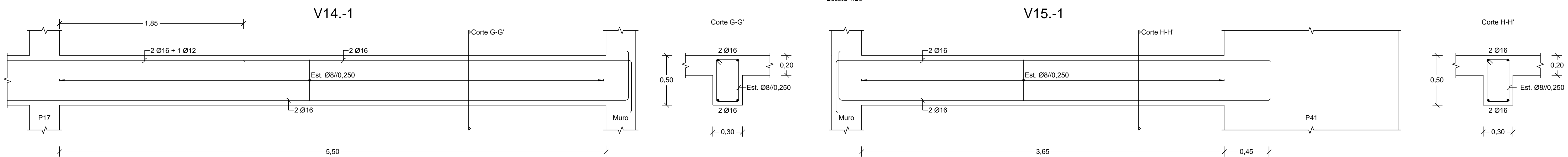
V3.-1, V4.-1 E V5.-1  
Escala 1:20



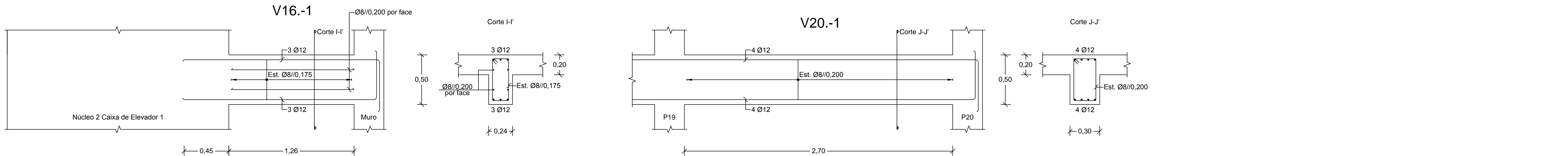
V11.-1, V12.-1 E V13.-1  
Escala 1:20



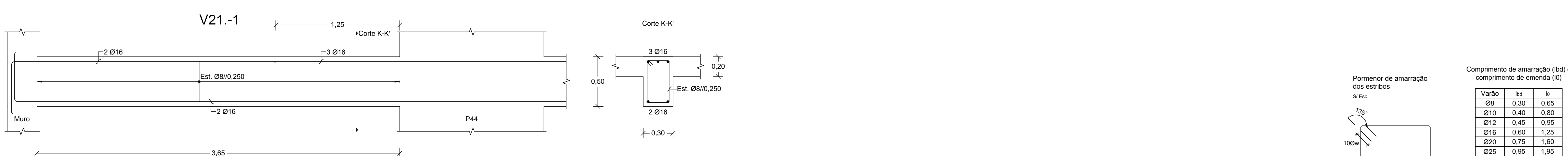
V14.-1  
Escala 1:20



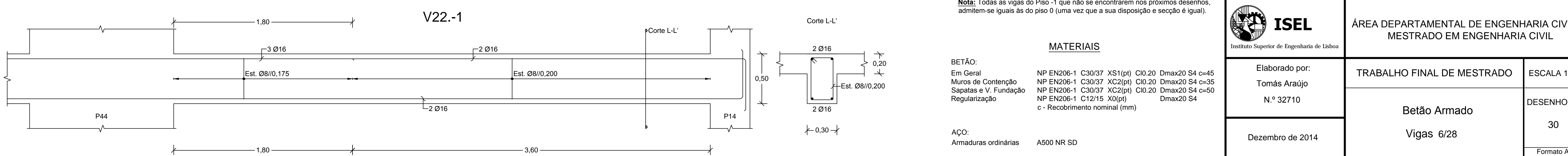
V16.-1  
Escala 1:20



V21.-1  
Escala 1:20



V22.-1  
Escala 1:20

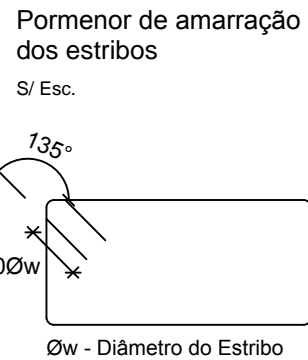


**Nota:** Todas as vigas do Piso -1 que não se encontrarem nos próximos desenhos, admitem-se iguais às do piso 0 (uma vez que a sua disposição e secção é igual).

MATERIAIS

**BETÃO:**  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

**AÇO:**  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)		
Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

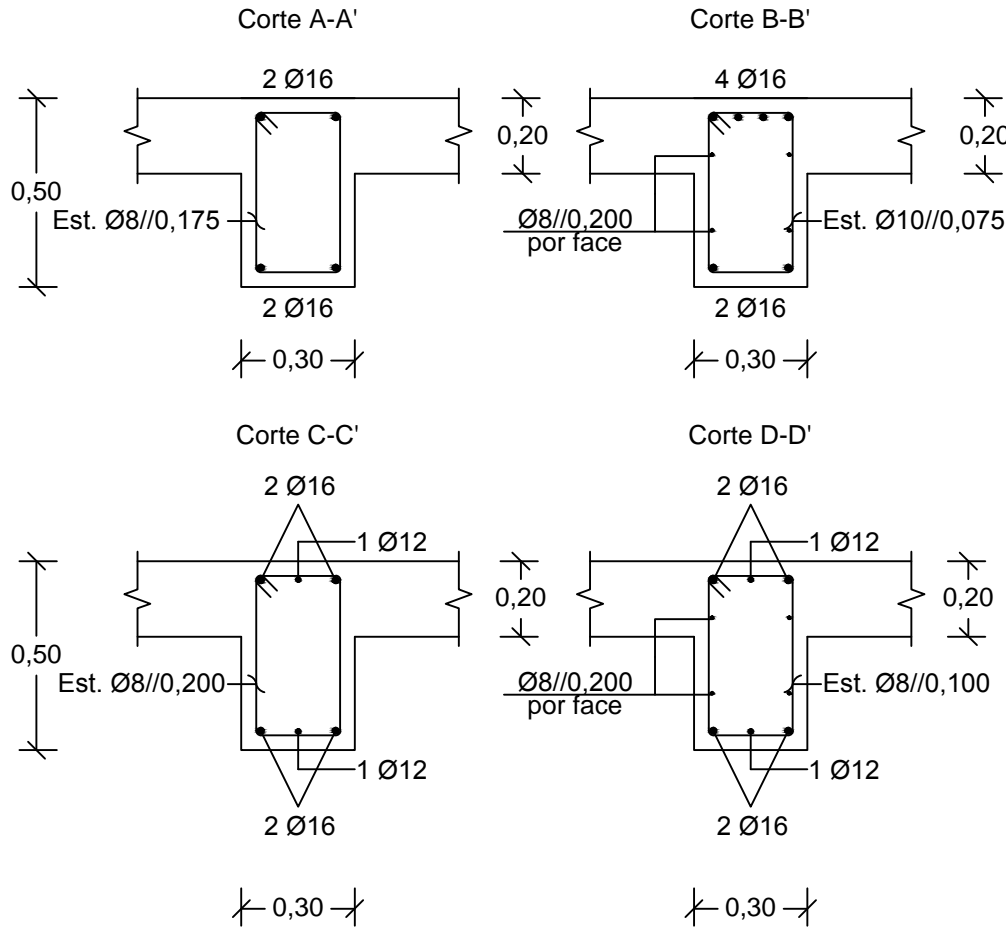
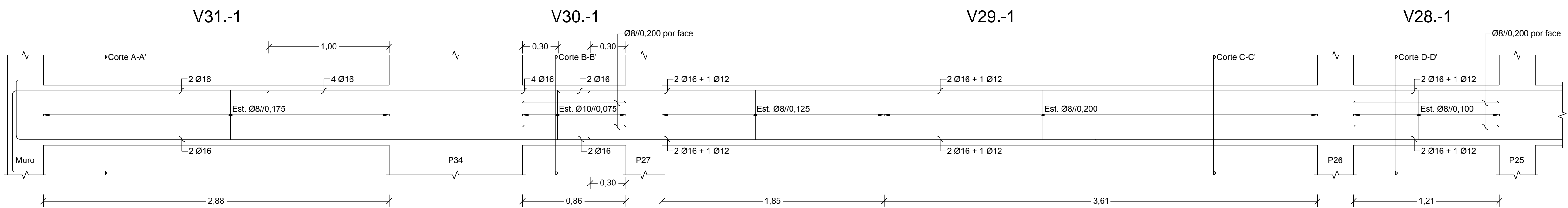
Vigas 6/28

DESENHO N.º

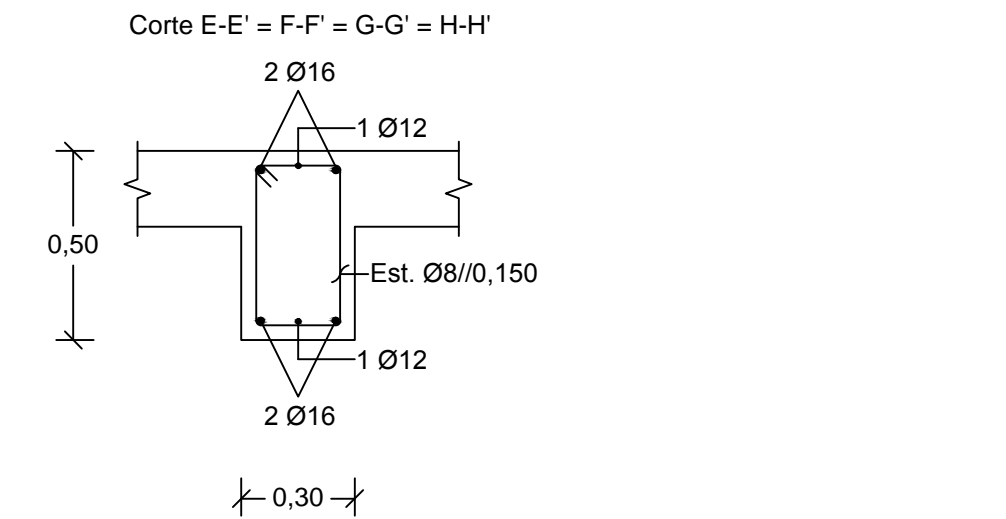
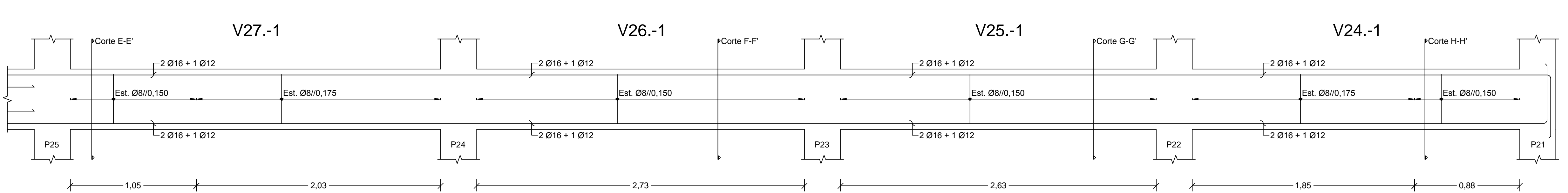
30

Formato A1

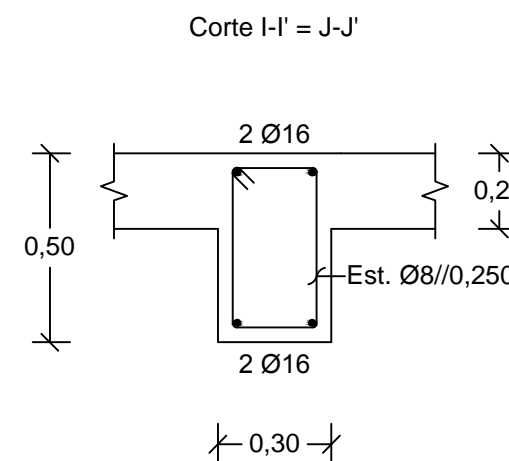
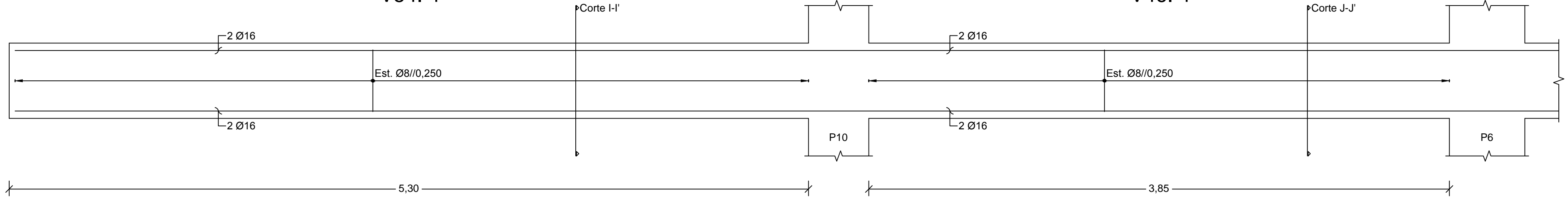
V28.-1, V29.-1, V30.-1 E V31.-1



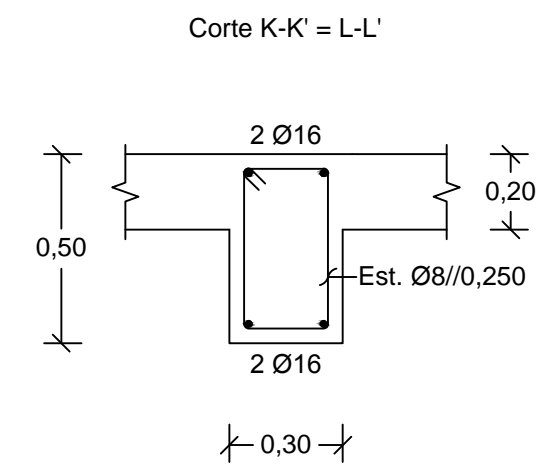
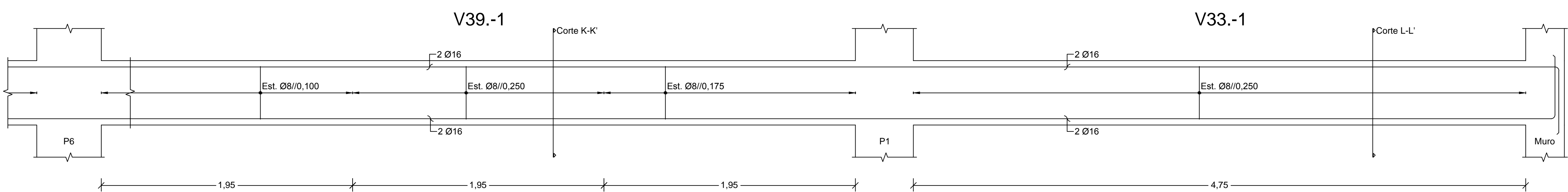
V24.-1, V25.-1, V26.-1 E V27.-1



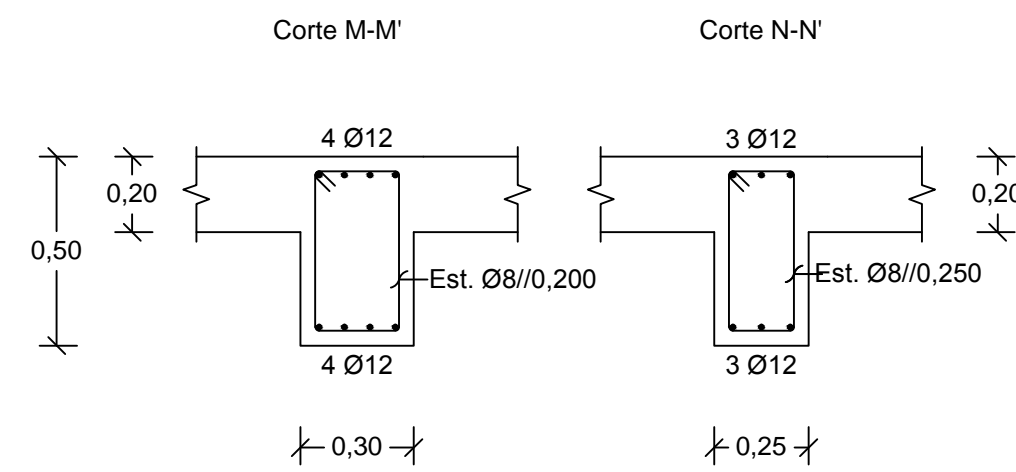
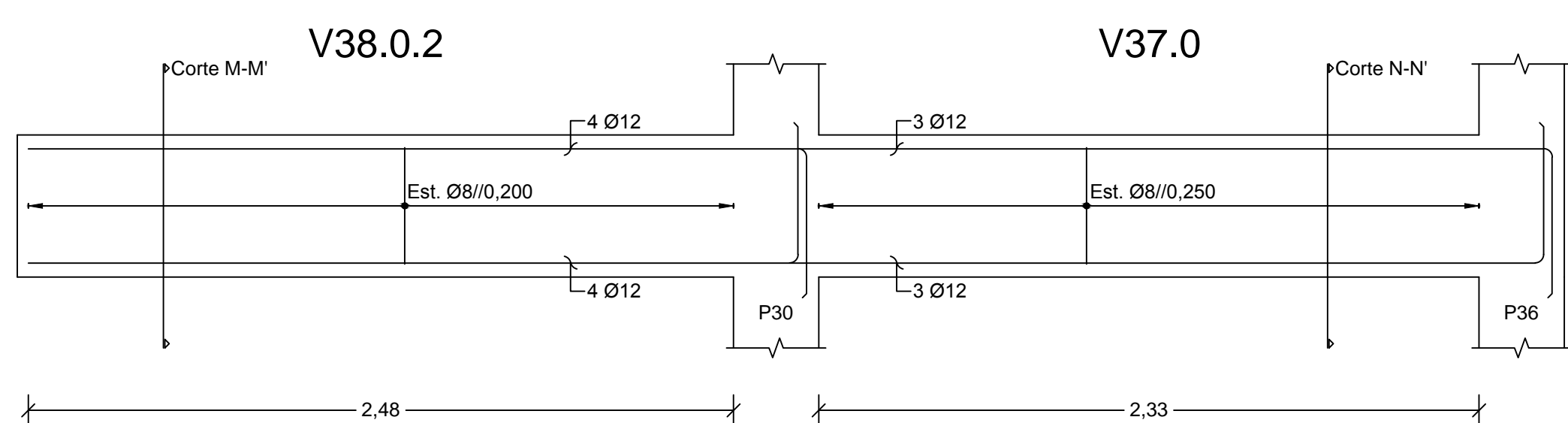
V46.-1 E V54.-1



V33.0 E V39.0



V37.-1 E V38.-1.2



MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD


Pormenor de amarração dos estribos S/ Esc.

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

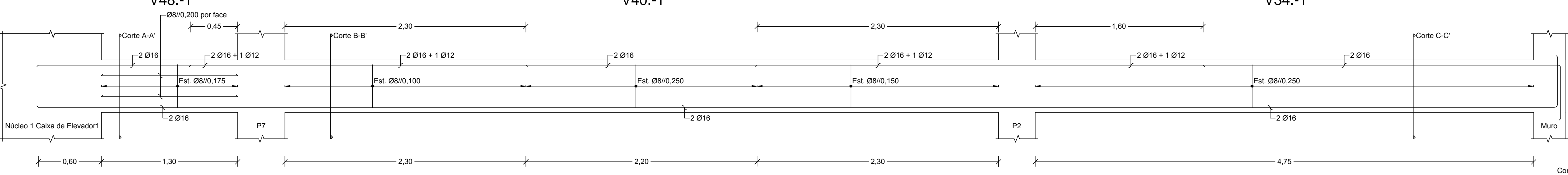
Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

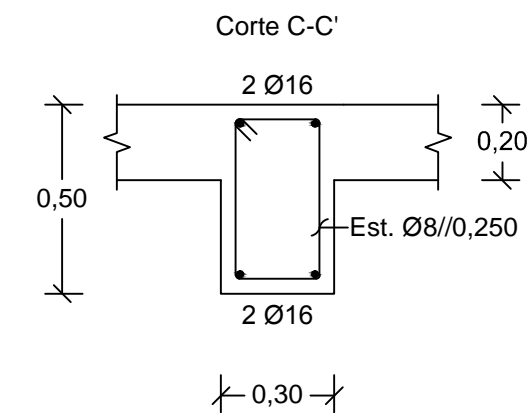
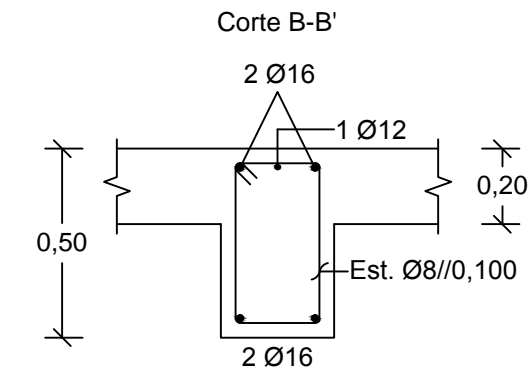
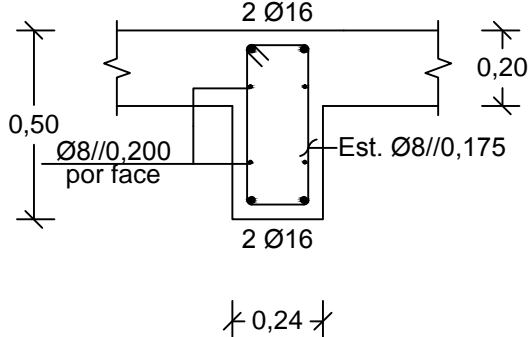
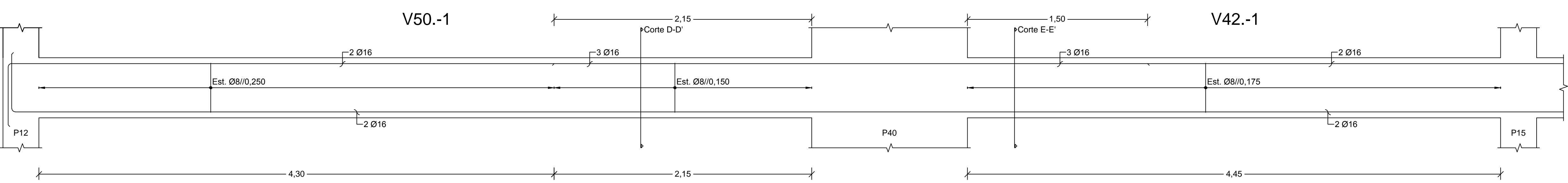
73°  
100w  
Øw - Diâmetro do Estribo

 <b>ISEL</b> Instituto Superior de Engenharia de Lisboa	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/20
	Dezembro de 2014	Betão Armado Vigas 7/28 DESENHO N.º 31 Formato A1

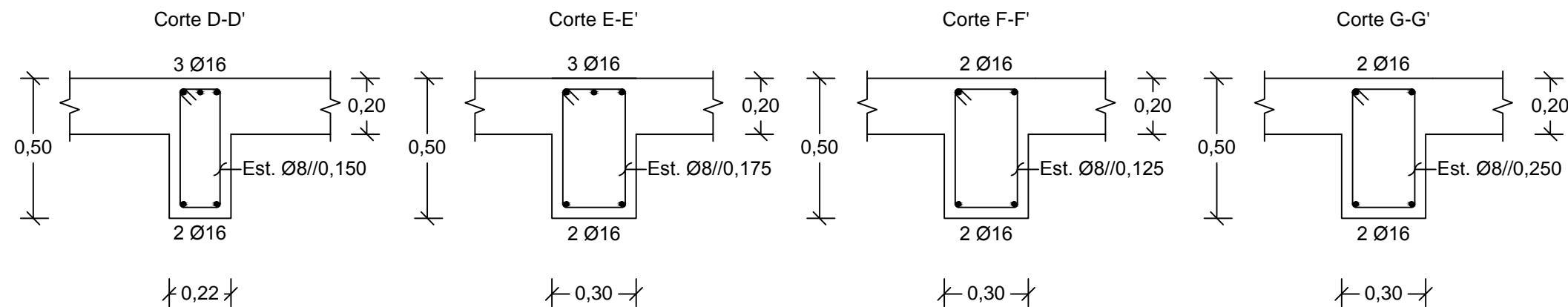
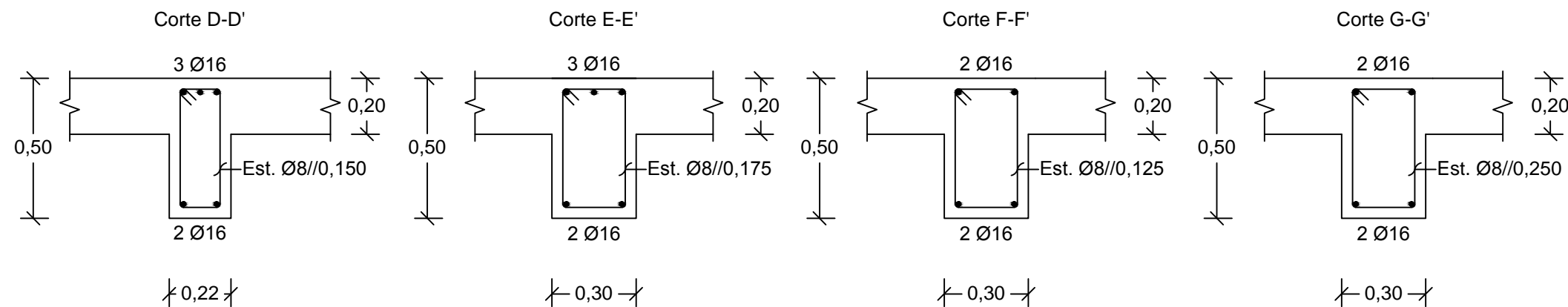
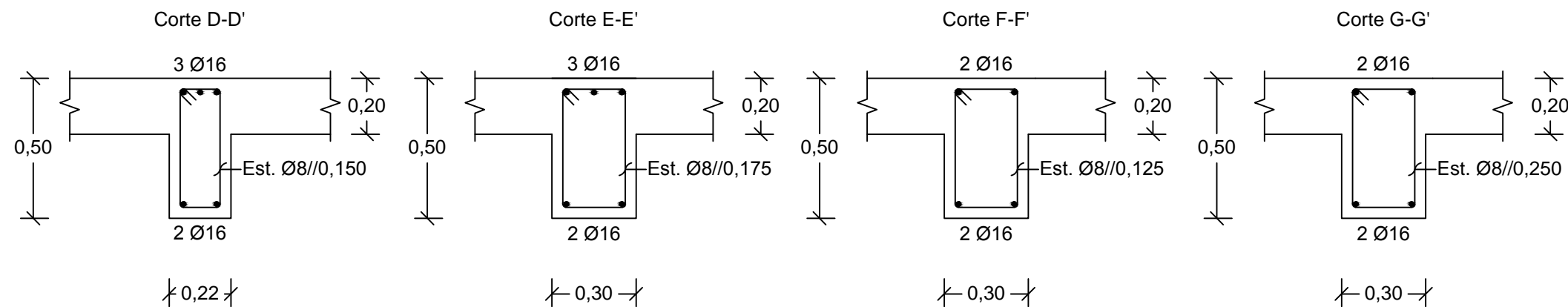
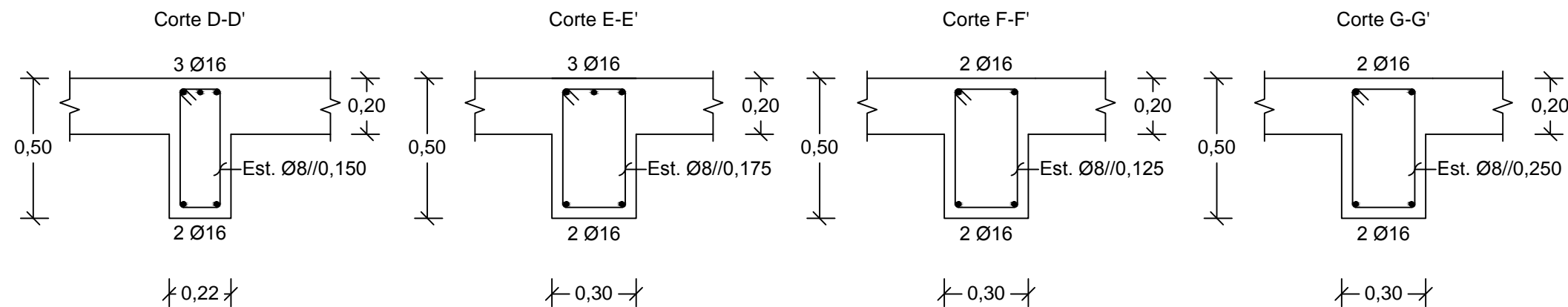
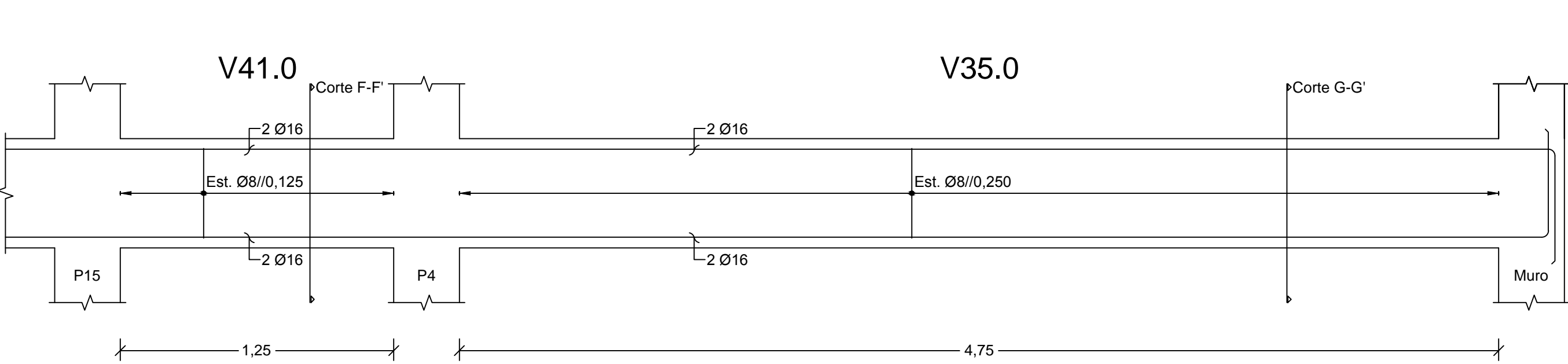
V34.-1, V40.-1E V48.-1



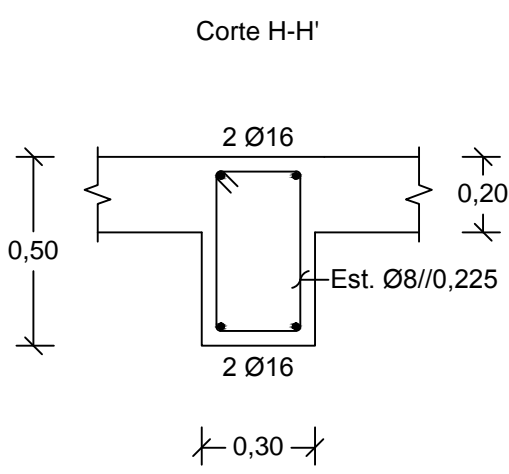
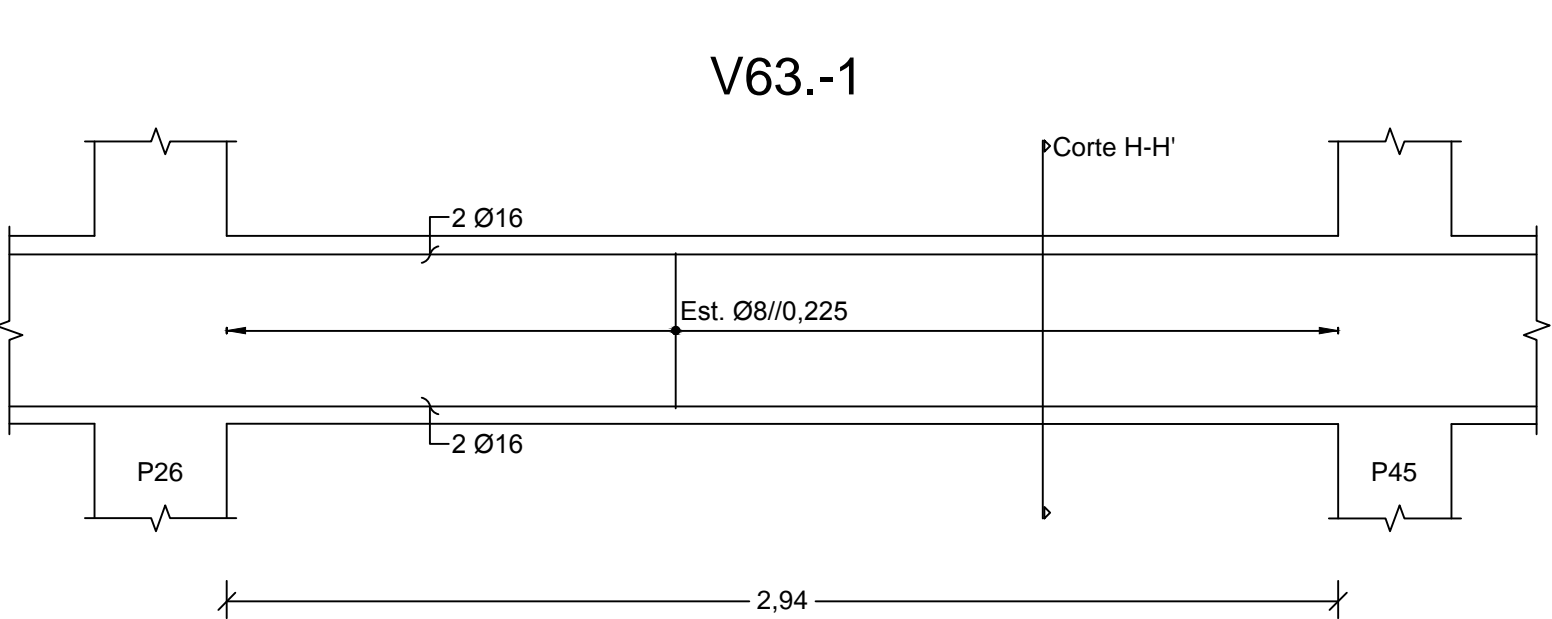
V42.-1 E V50.-1



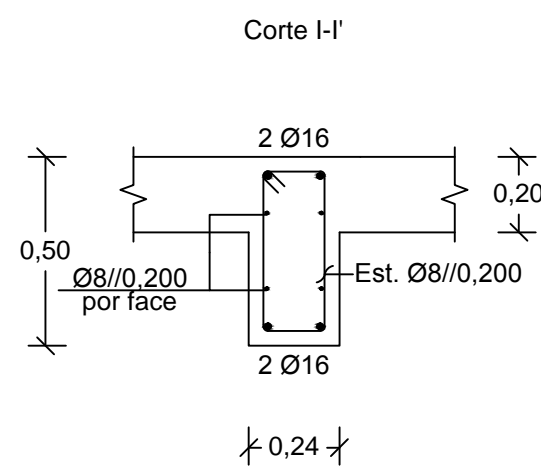
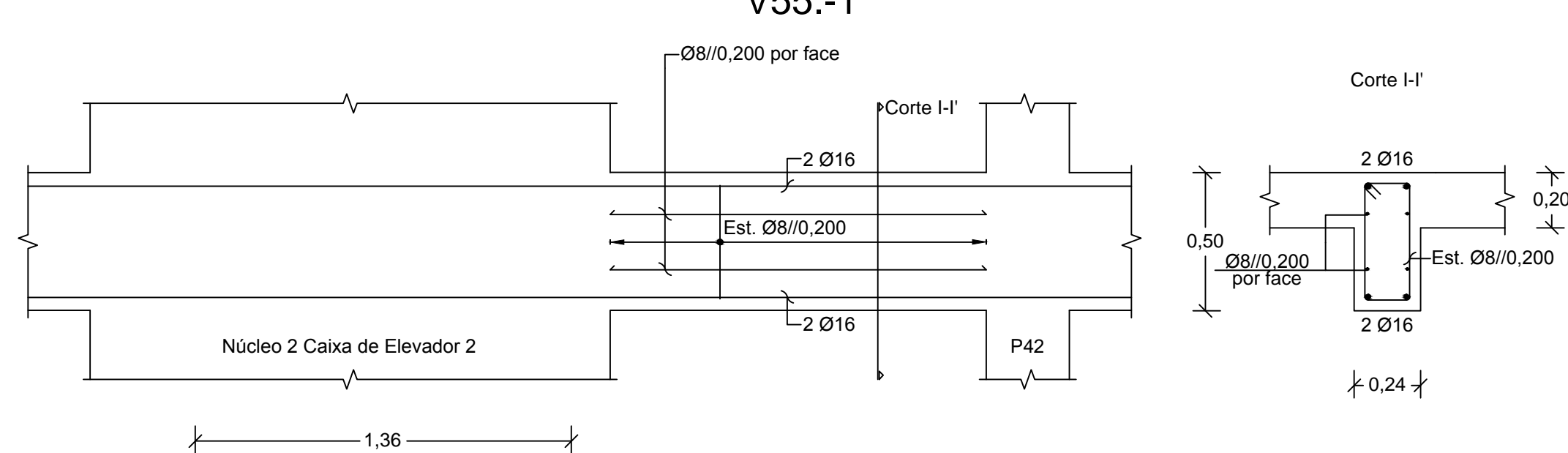
V35.-1 E V41.-1



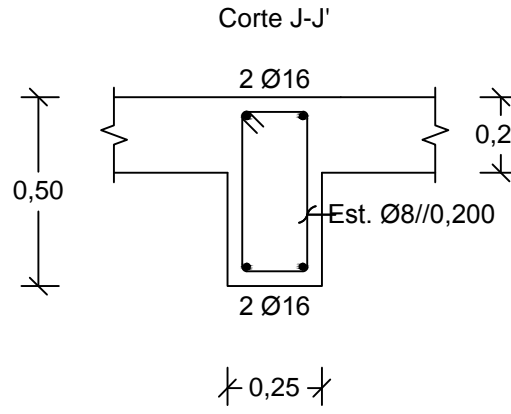
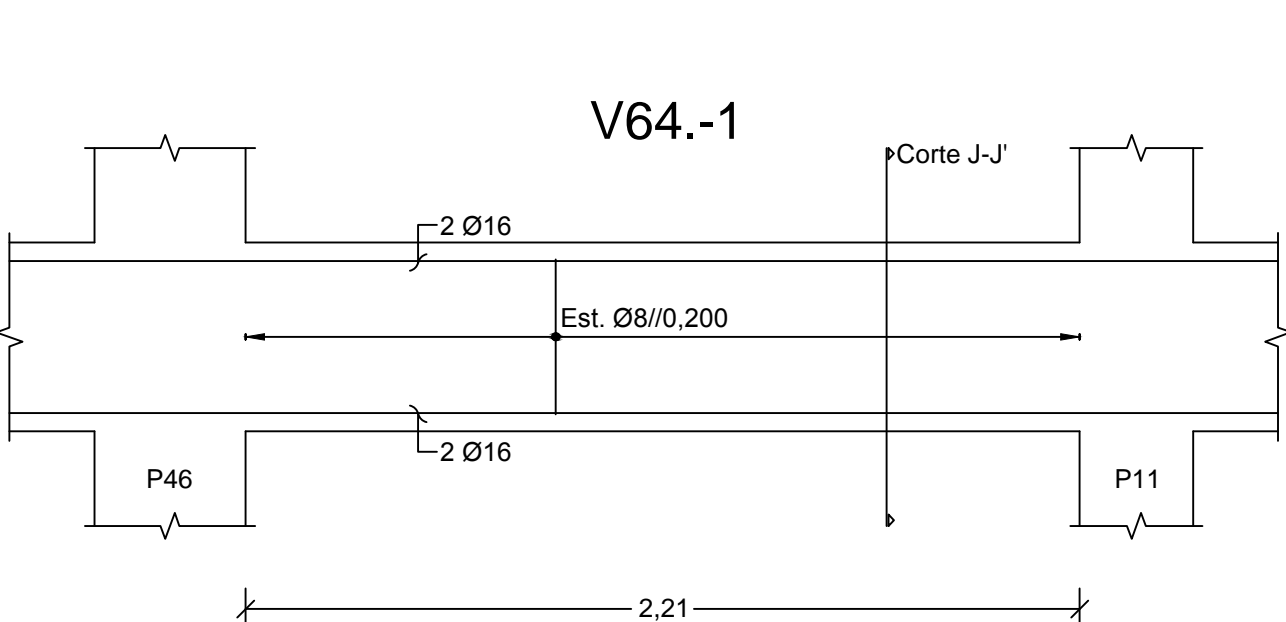
V63.-1



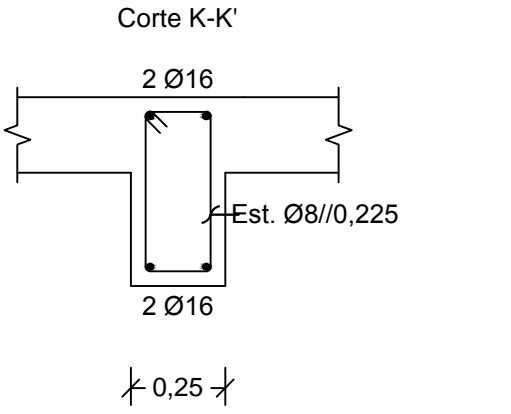
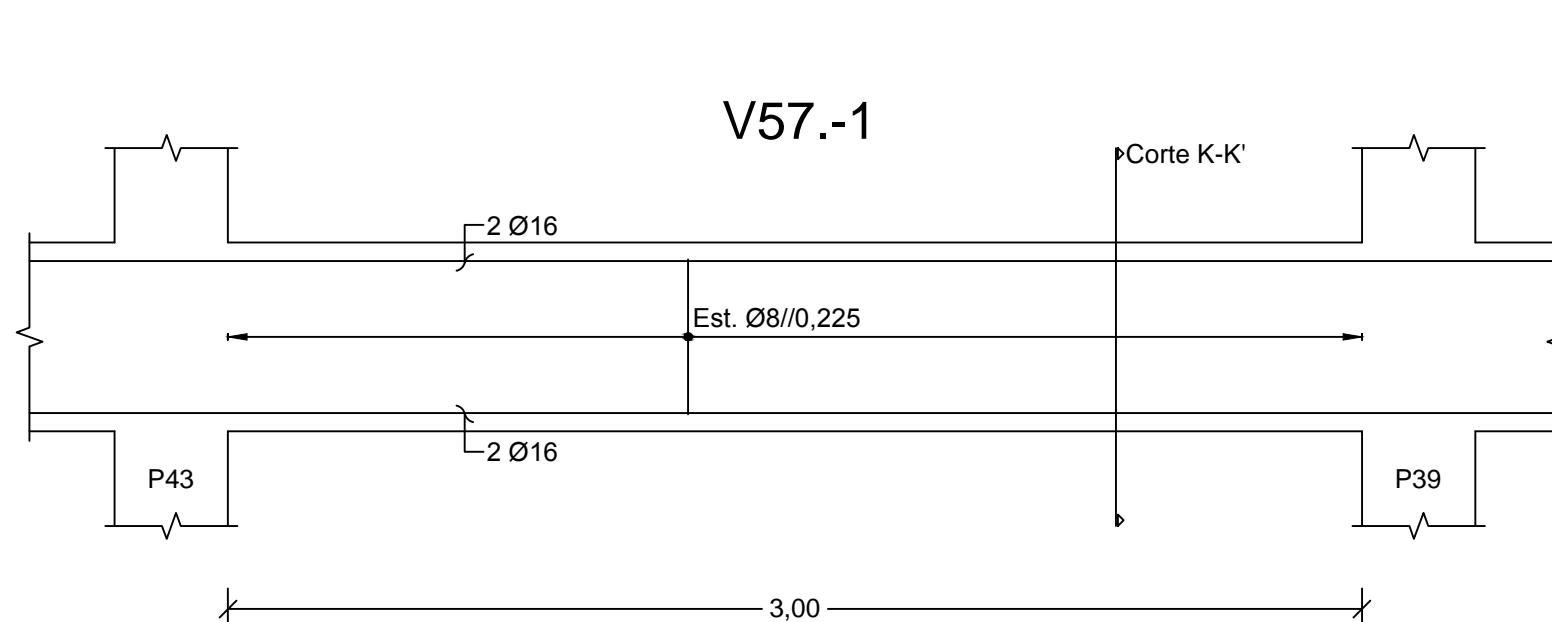
V55.-1



V64.-1



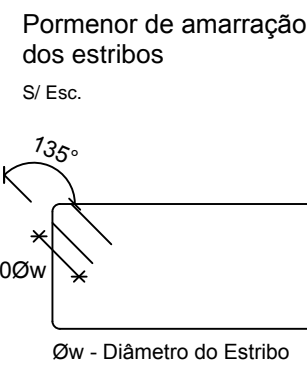
V57.-1



MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (l0)		
Varão	lbd	l0
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

Vigas 8/28

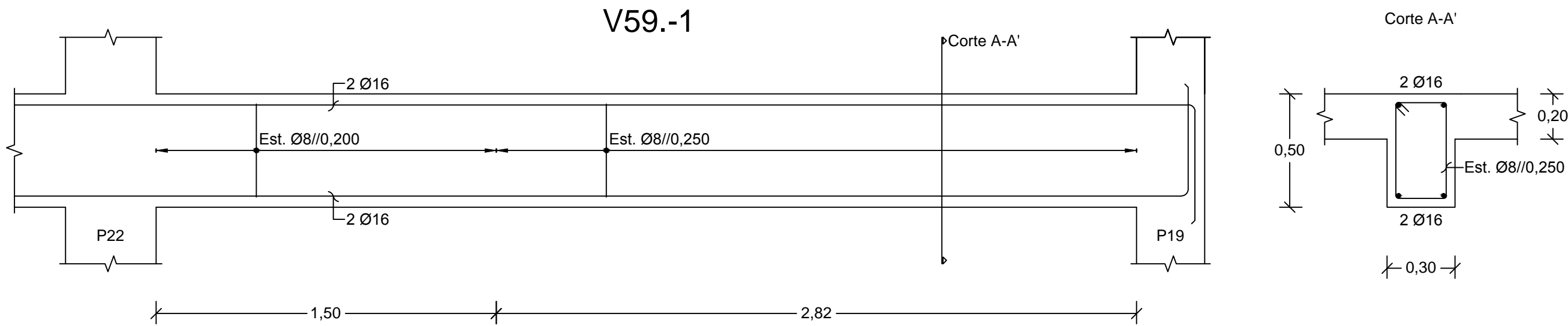
DESENHO N.º

32

Formato A1

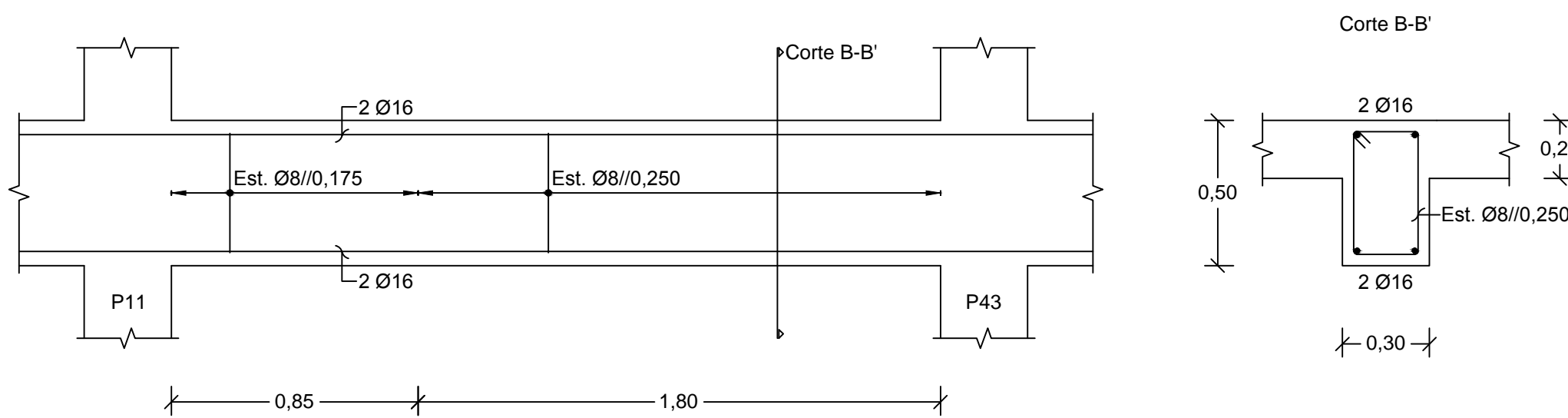


V59.-1  
Escala 1:20

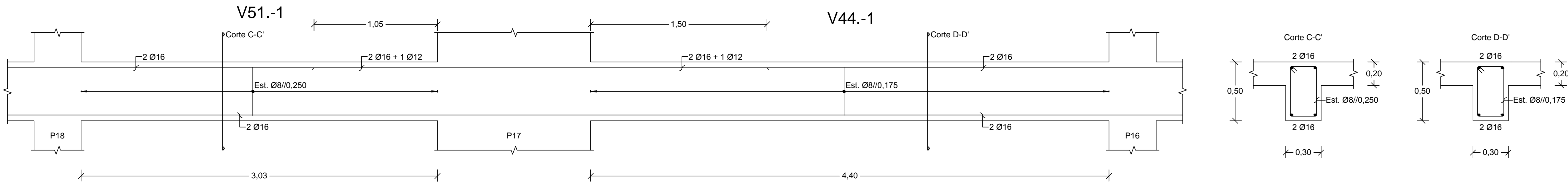


V58.-1  
Escala 1:20

V58.-1



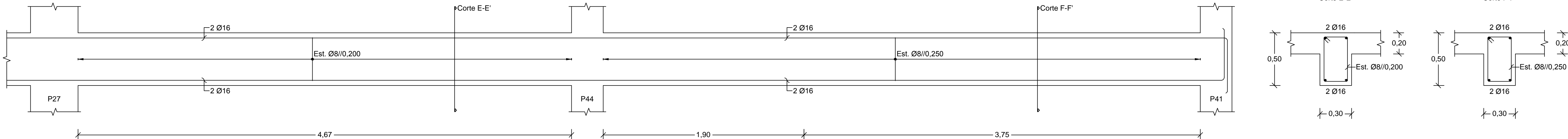
V44.-1 E V51.-1  
Escala 1:20



V53.-1 E V61.-1  
Escala 1:20

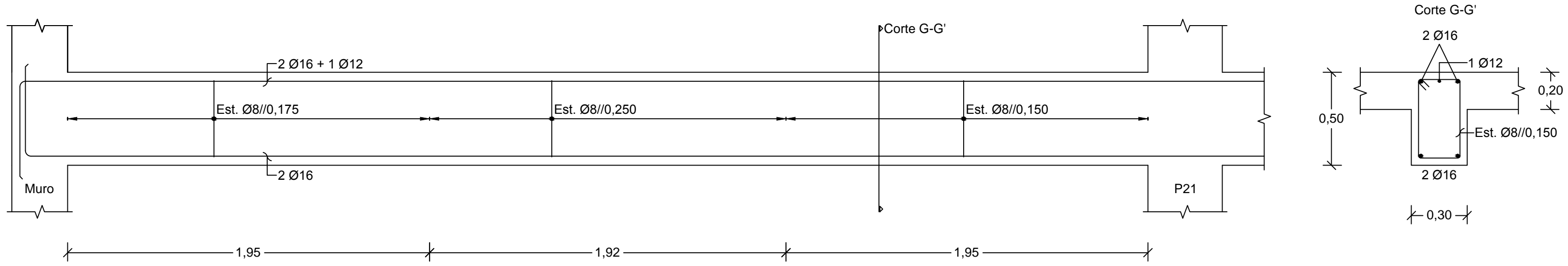
V61.0

V53.0



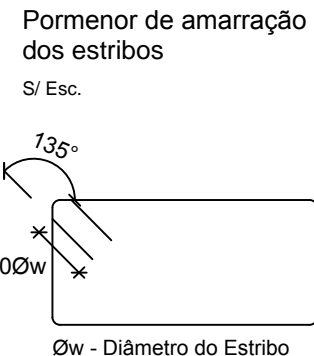
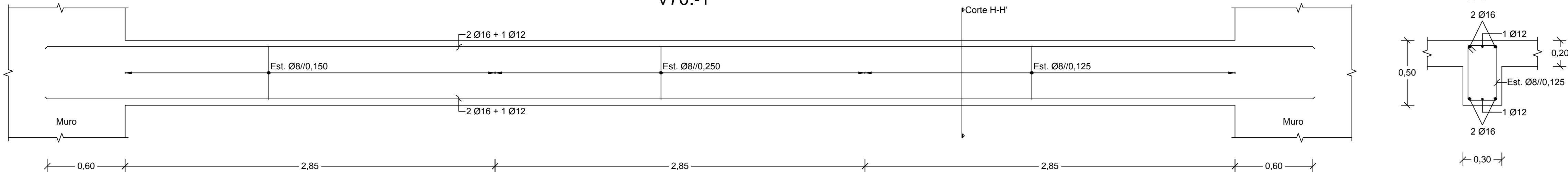
V69.-1  
Escala 1:20

V69.-1



V70.-1  
Escala 1:20

V70.-1



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

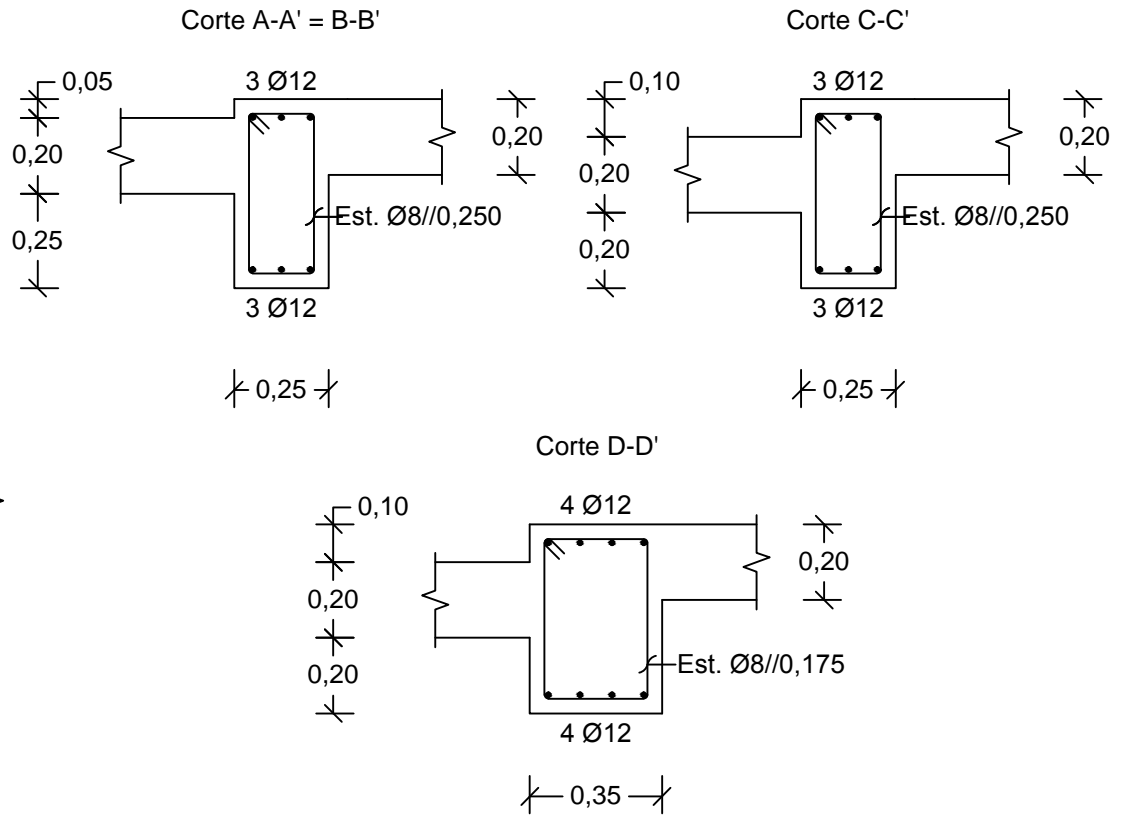
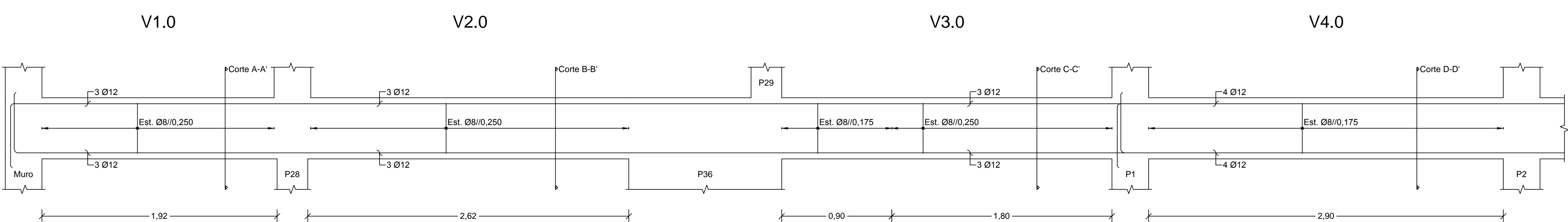
Vigas 9/28

DESENHO N.º

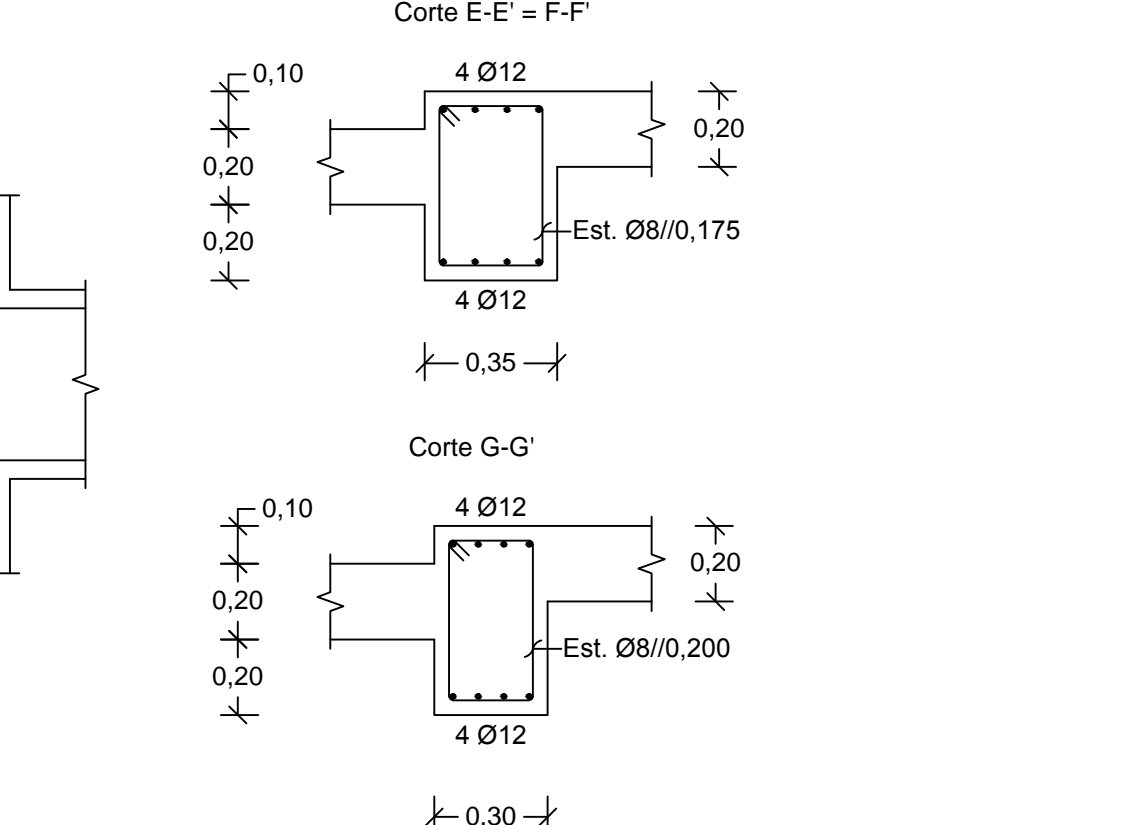
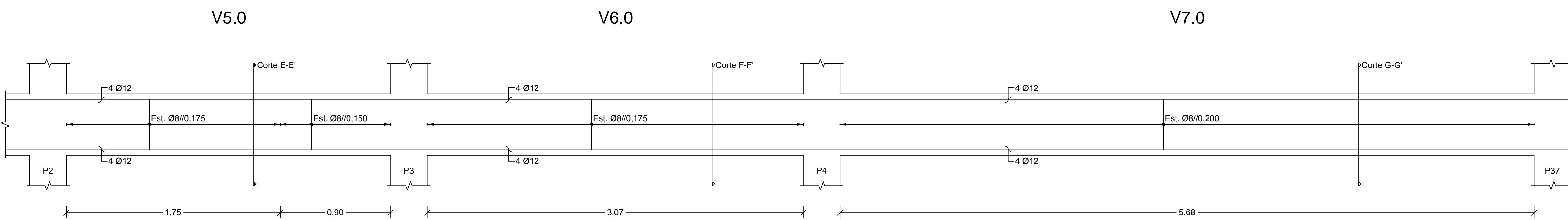
33

Formato A1

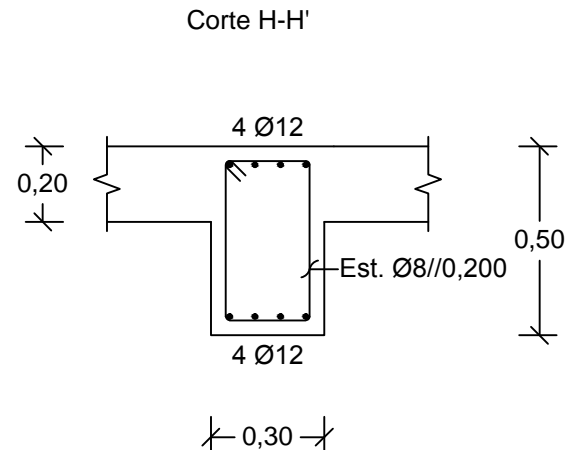
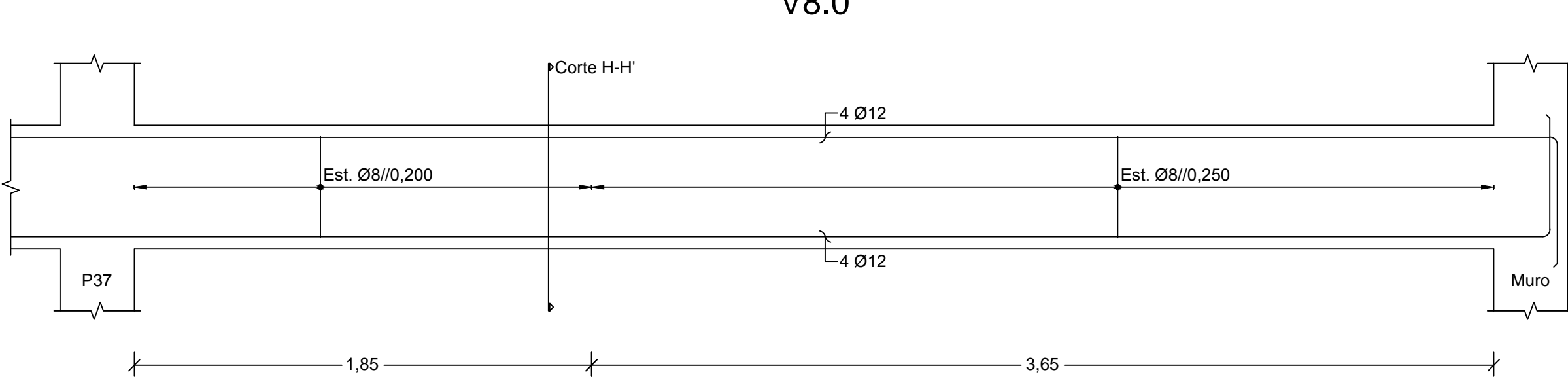
V1.0, V2.0, V3.0 E V4.0



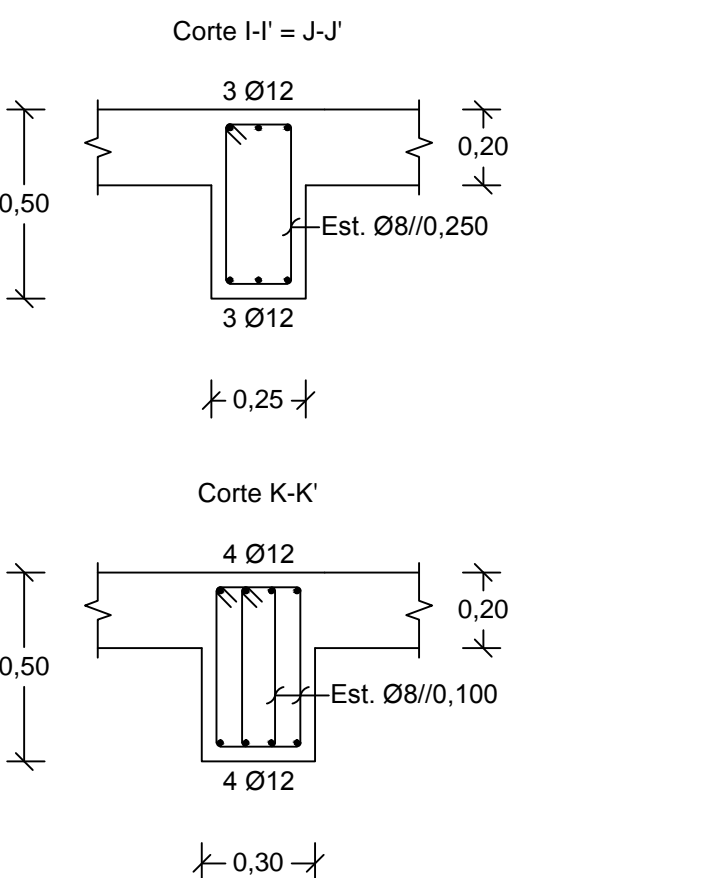
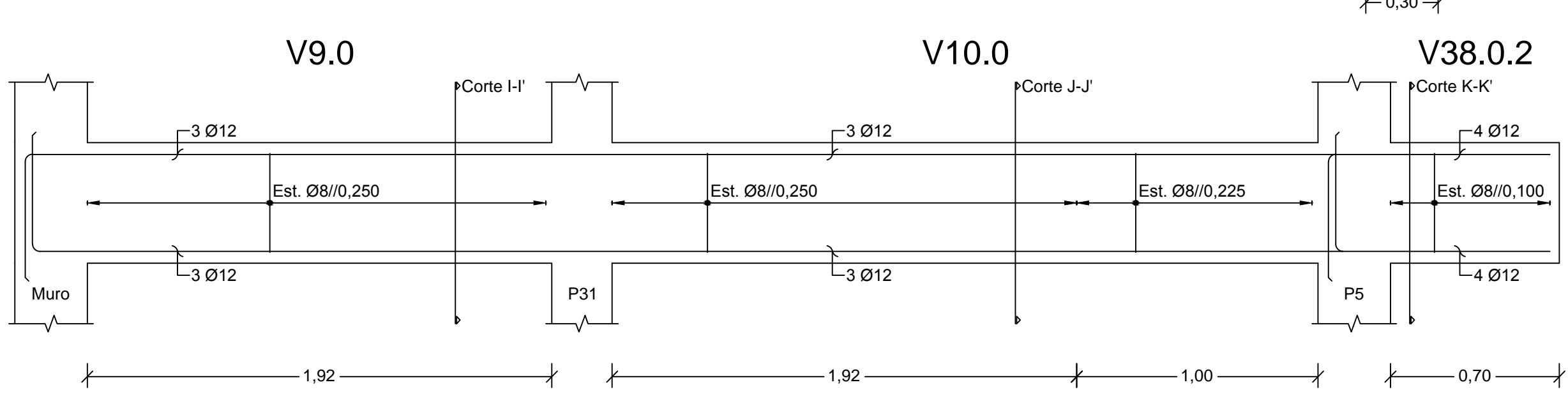
V5.0, V6.0 E V7.0



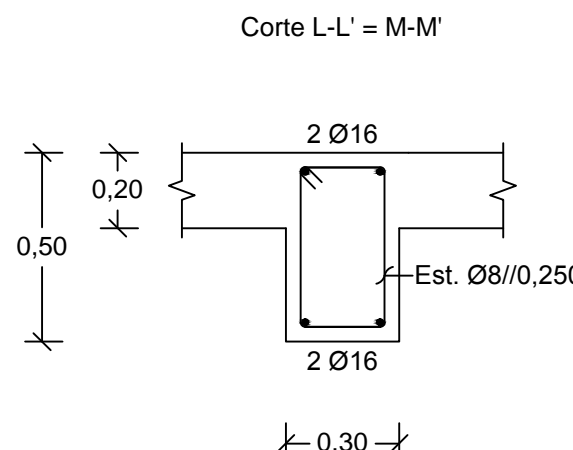
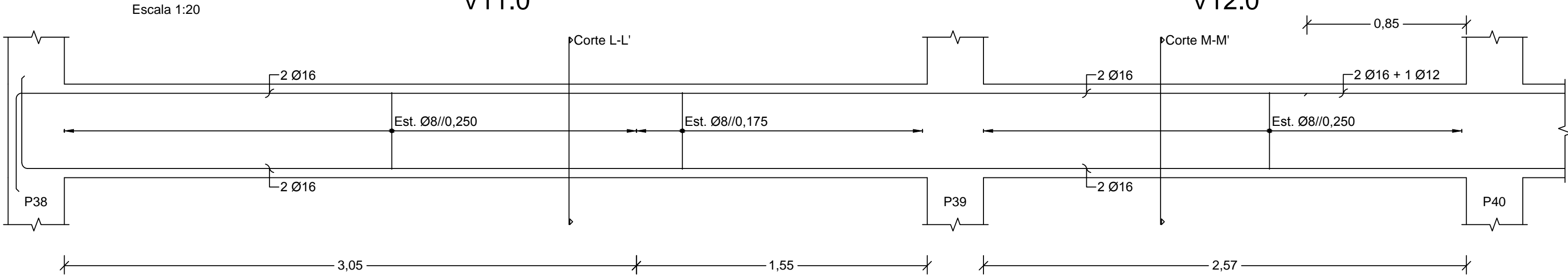
V8.0



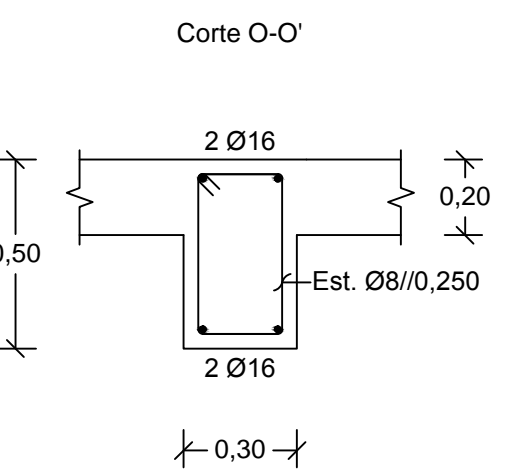
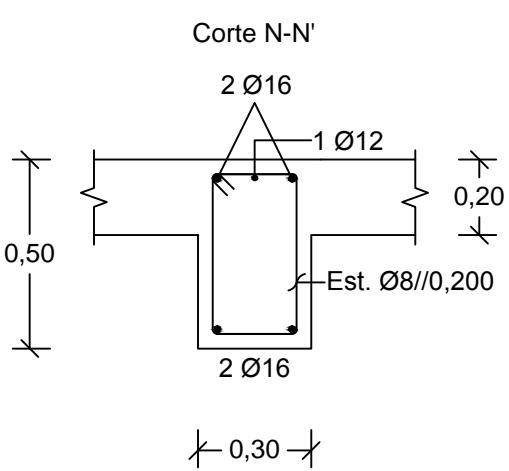
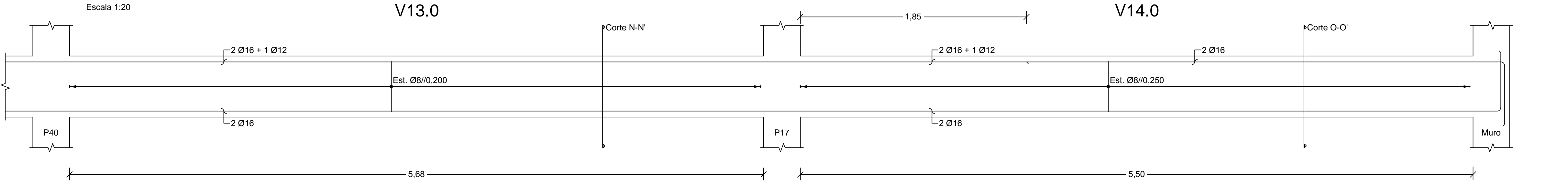
V9.0, V10.0 E V38.0.2



V11.0 E V12.0



V13.0 E V14.0



MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização  
NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias  
A500 NR SD

Pormenor de amarração dos estribos

Sr/ Esc.

135°


100w

Øw - Diâmetro do Estribo

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões



**ISEL**  
Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

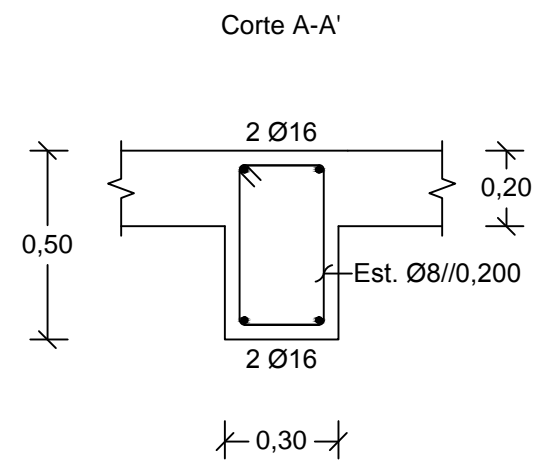
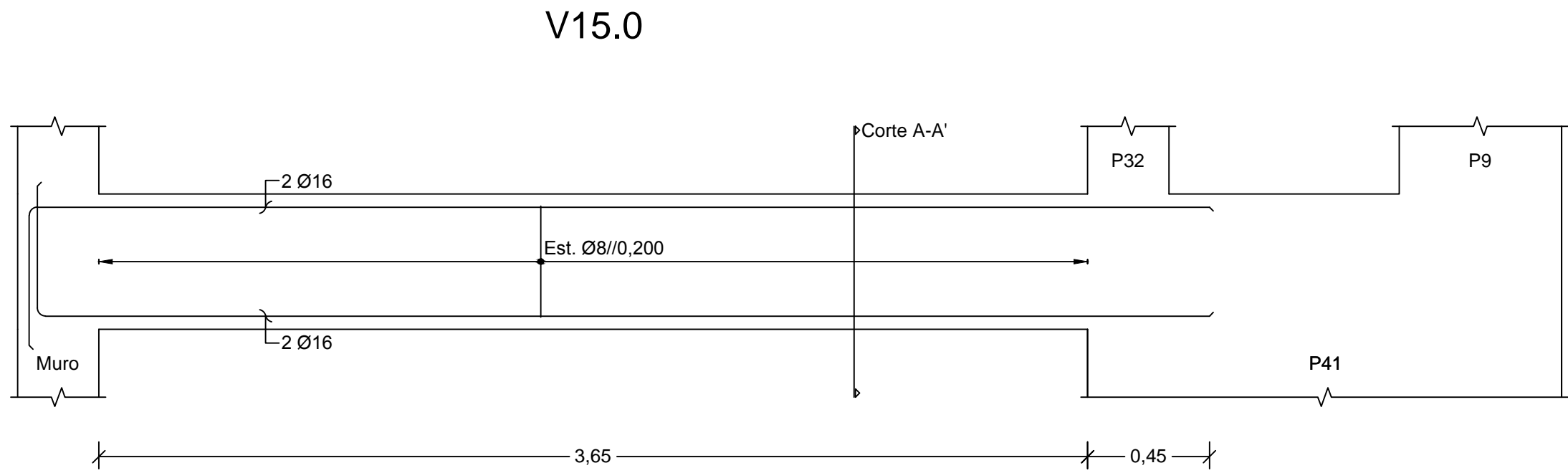
Dezembro de 2014

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

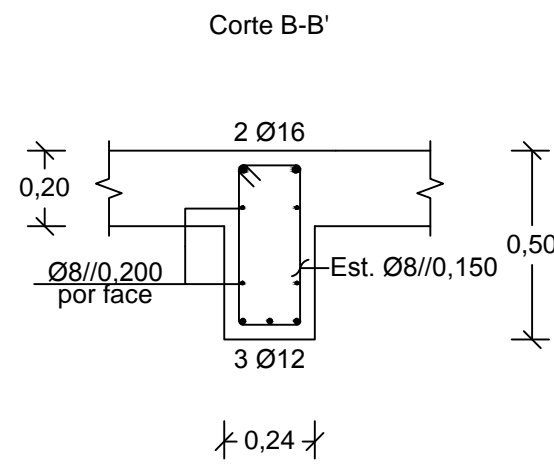
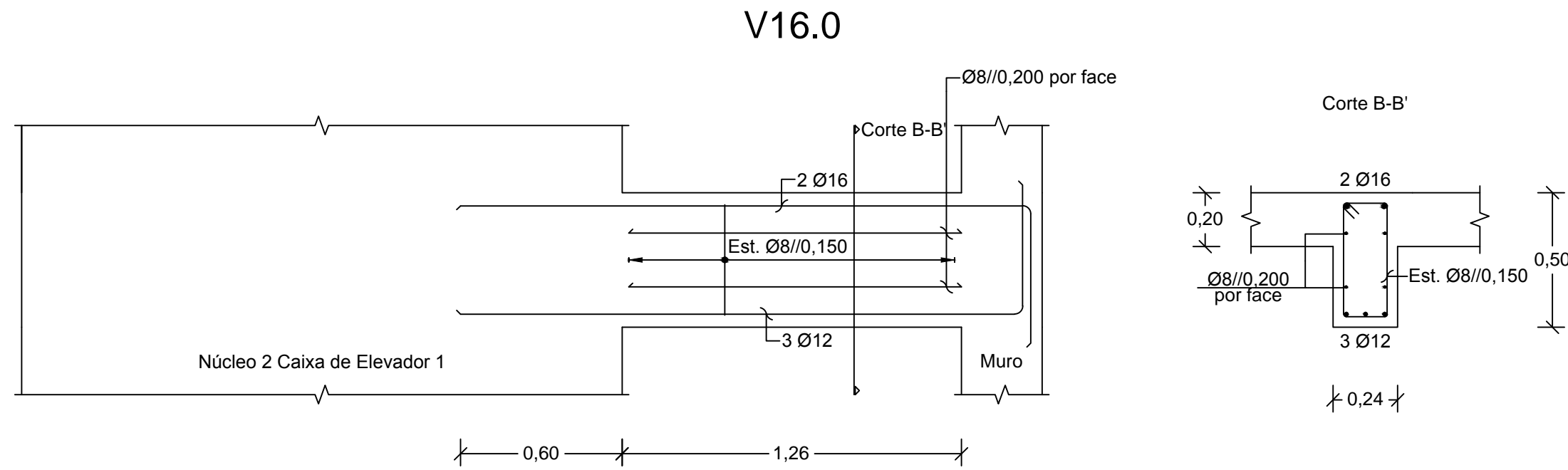
Betão Armado  
Vigas 10/28

ESCALA 1/20  
DESENHO N.º  
34  
Formato A1

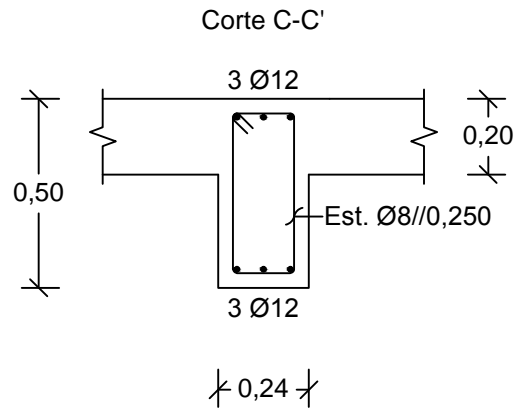
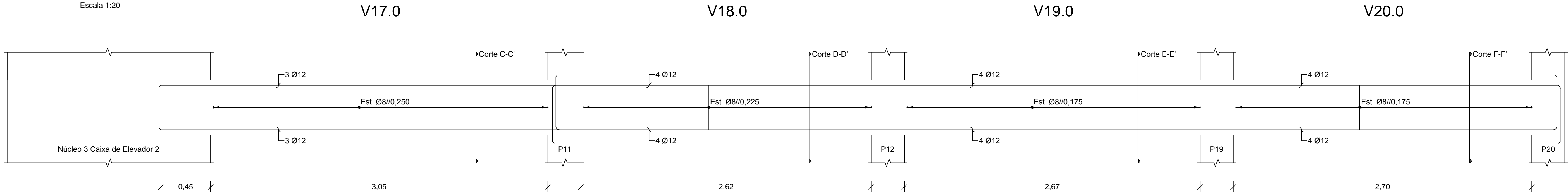
V15.0  
Escala 1:20



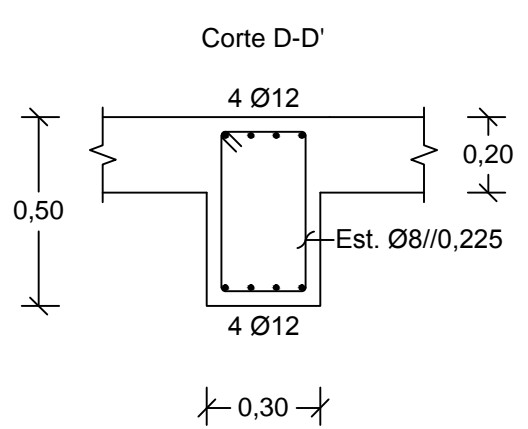
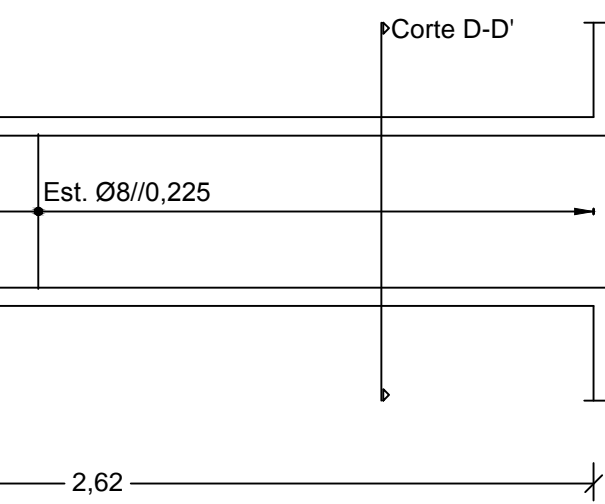
V16.0  
Escala 1:20



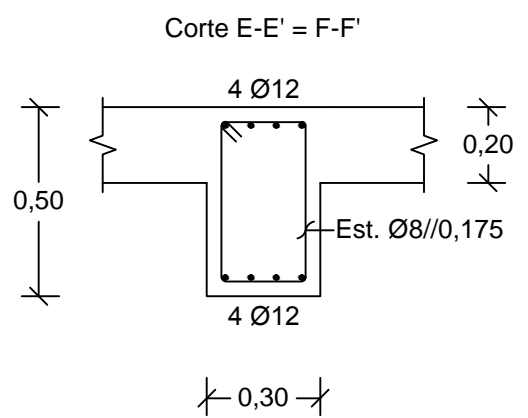
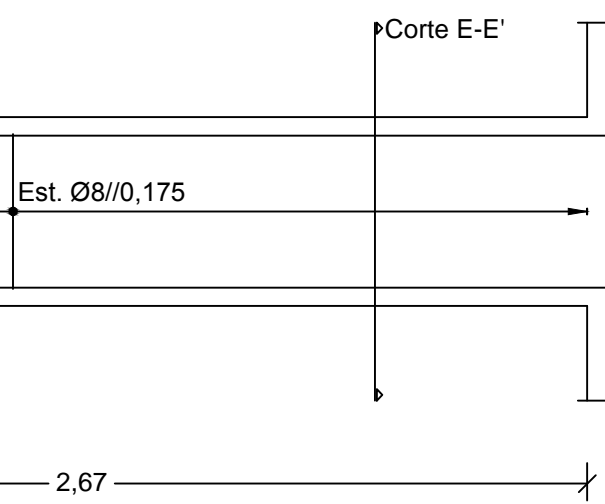
V17.0, V18.0, V19.0 E V20.0  
Escala 1:20



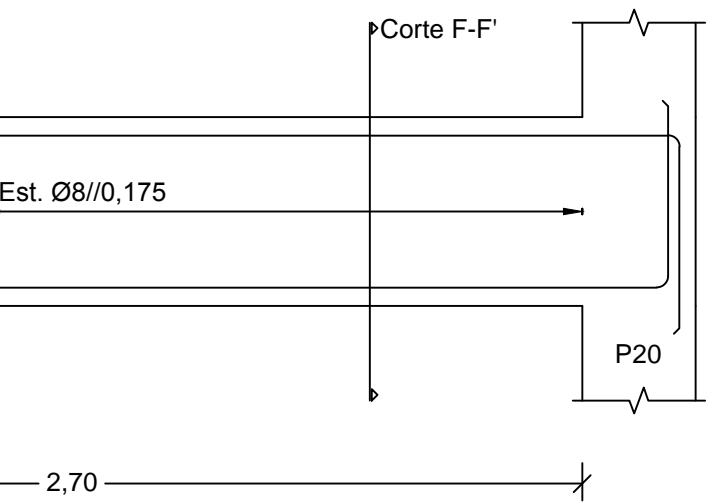
V18.0



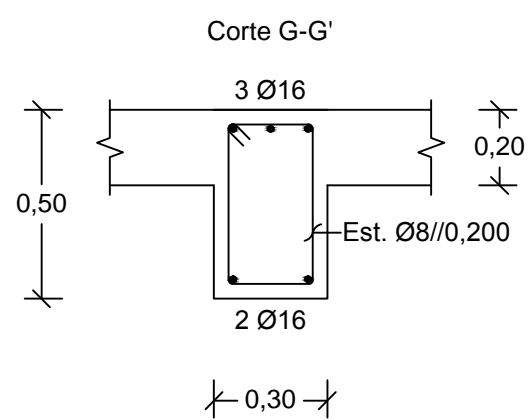
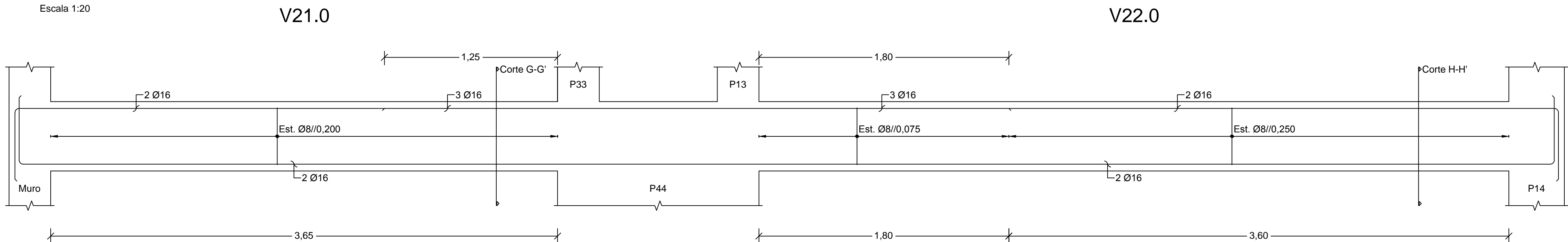
V19.0



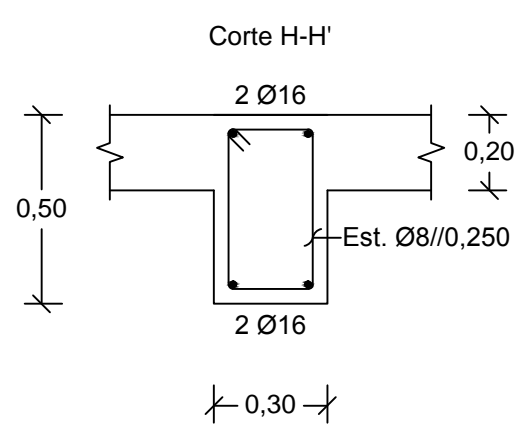
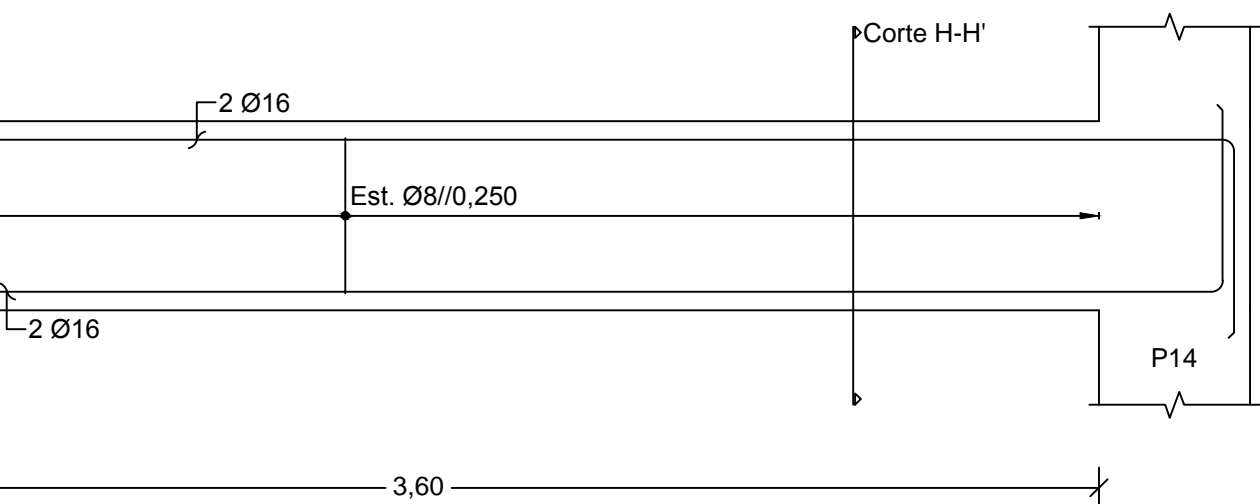
V20.0



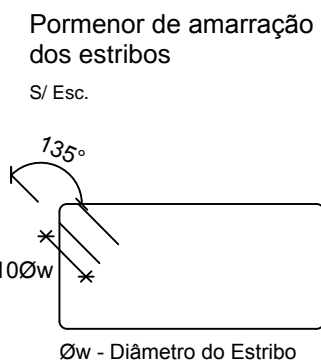
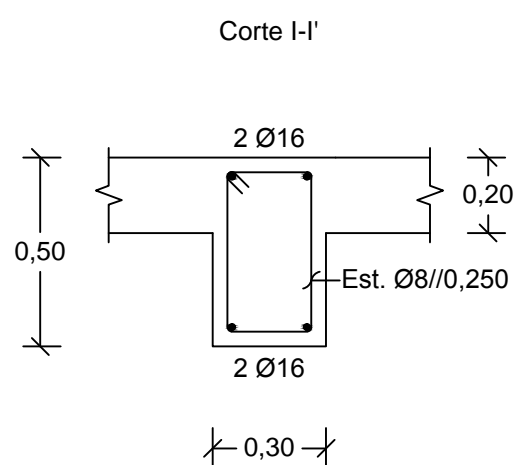
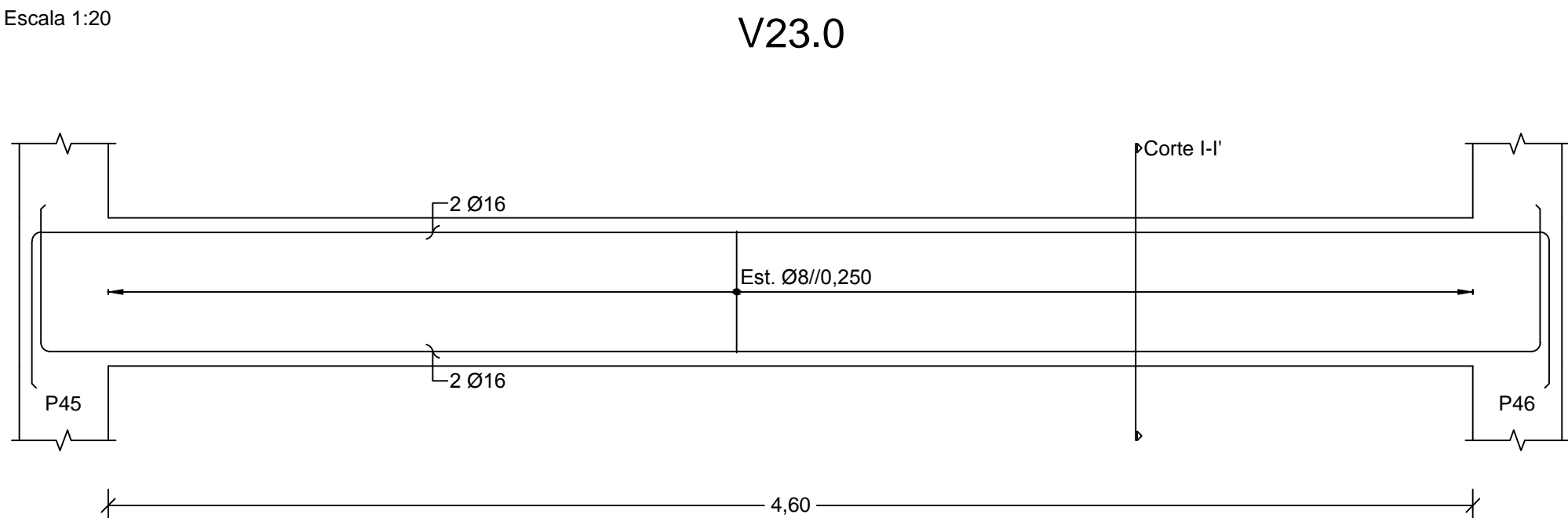
V21.0 E V22.0  
Escala 1:20



V22.0



V23.0  
Escala 1:20



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

#### MATERIAIS

##### BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

##### AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

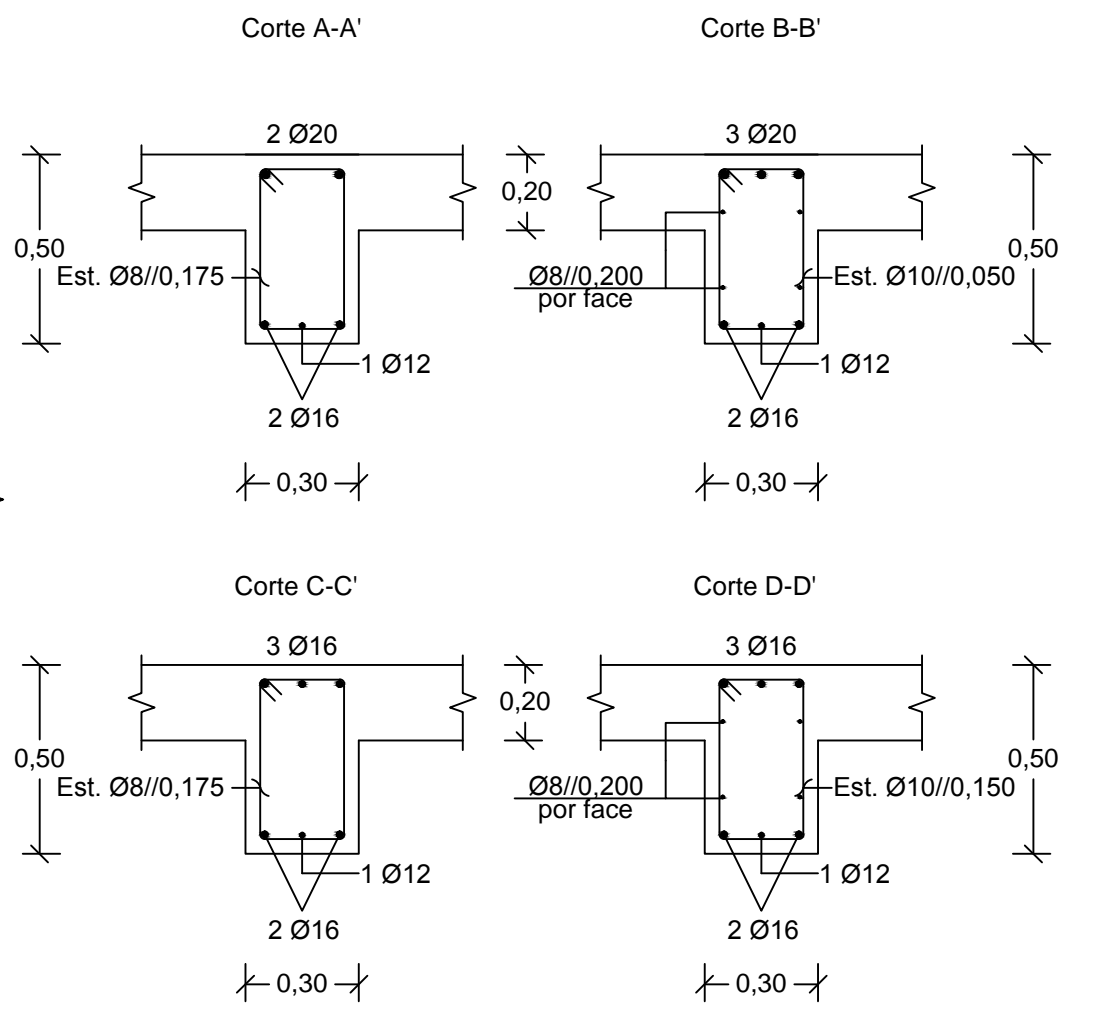
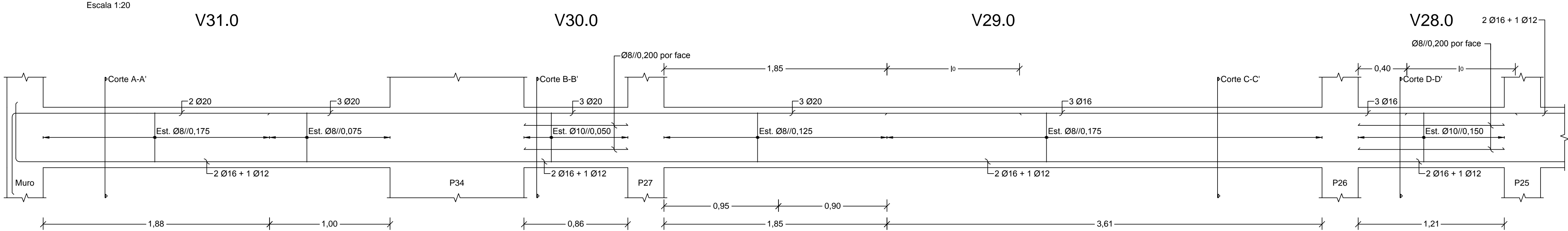
Vigas 11/28

DESENHO N.º

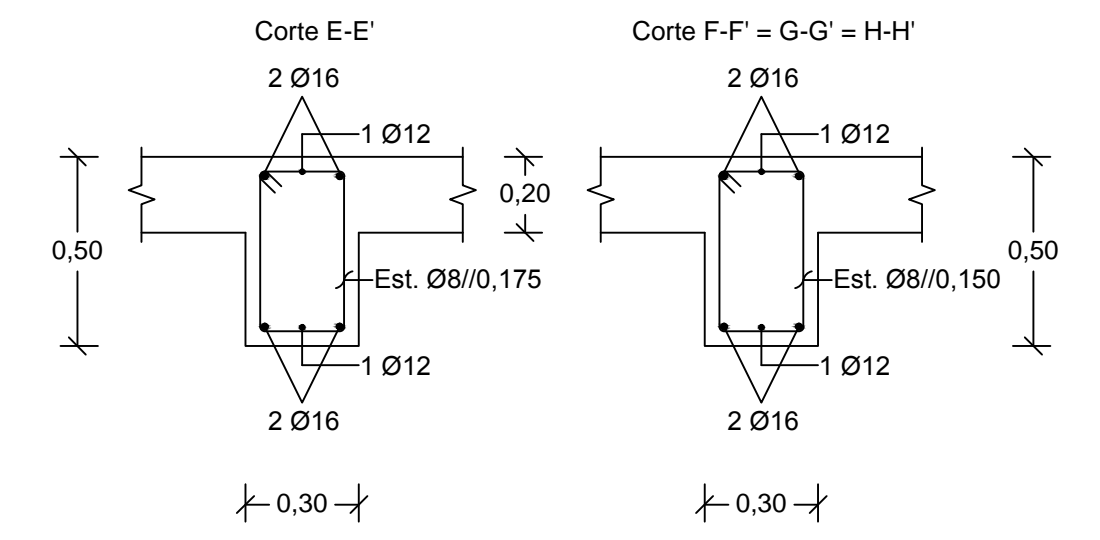
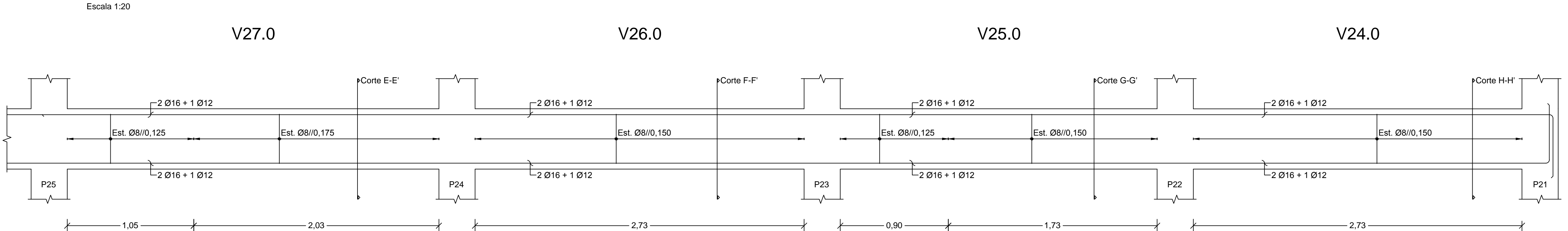
35

Formato A1

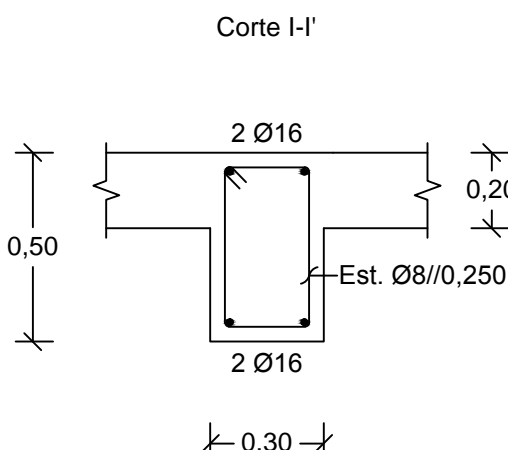
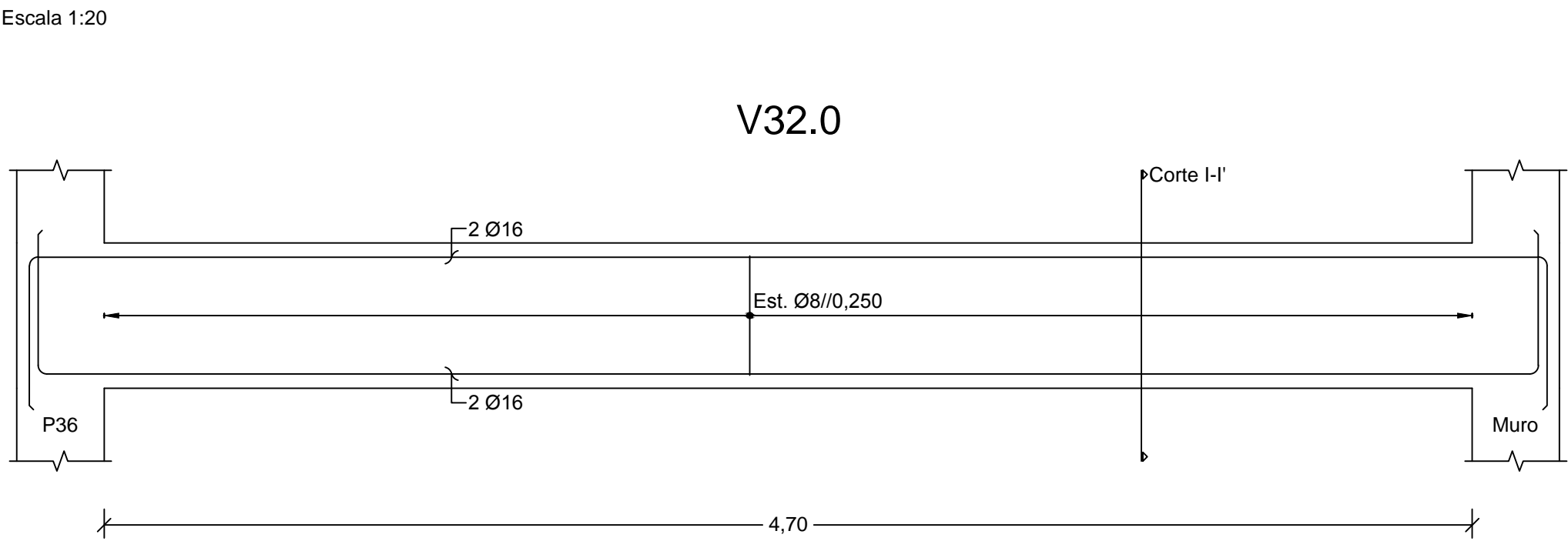
V28.0, V29.0, V30.0 E V31.0



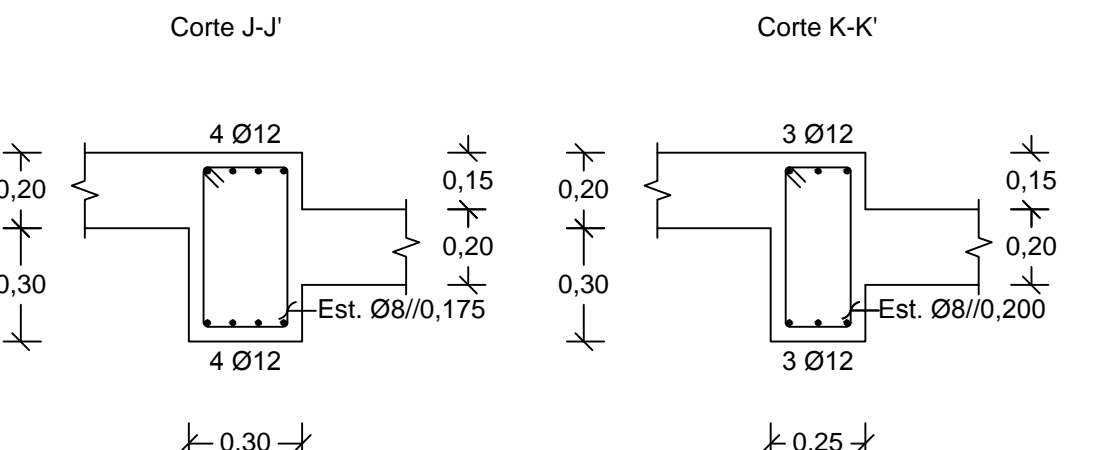
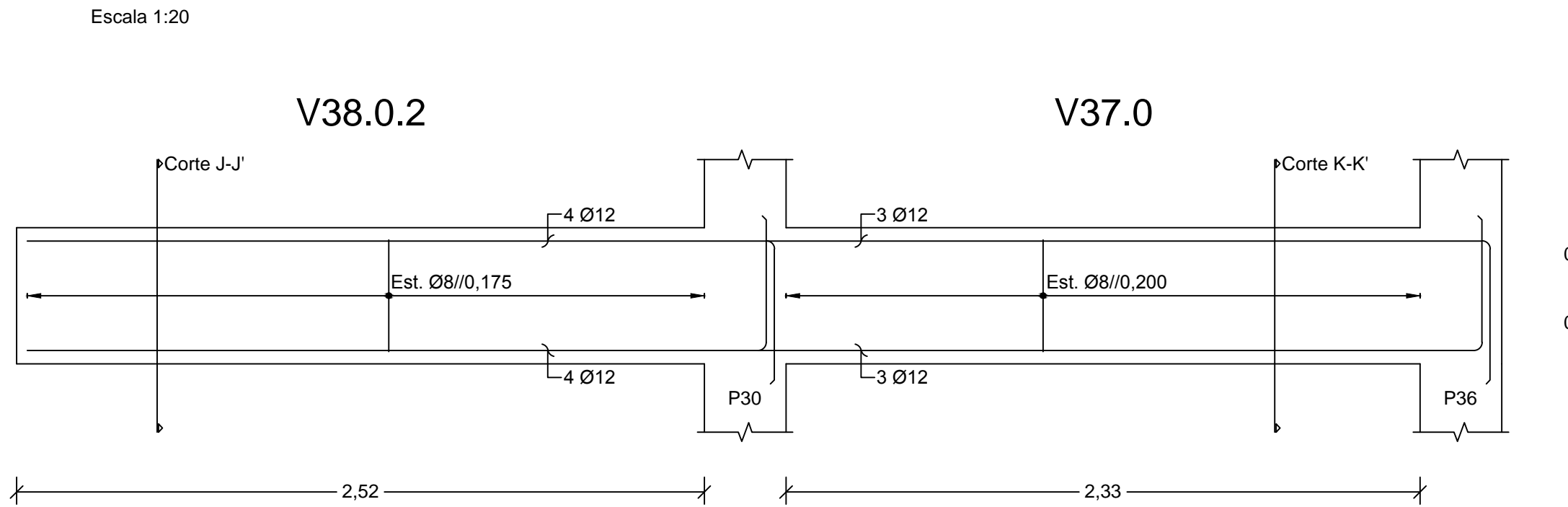
V24.0, V25.0, V26.0 E V27.0



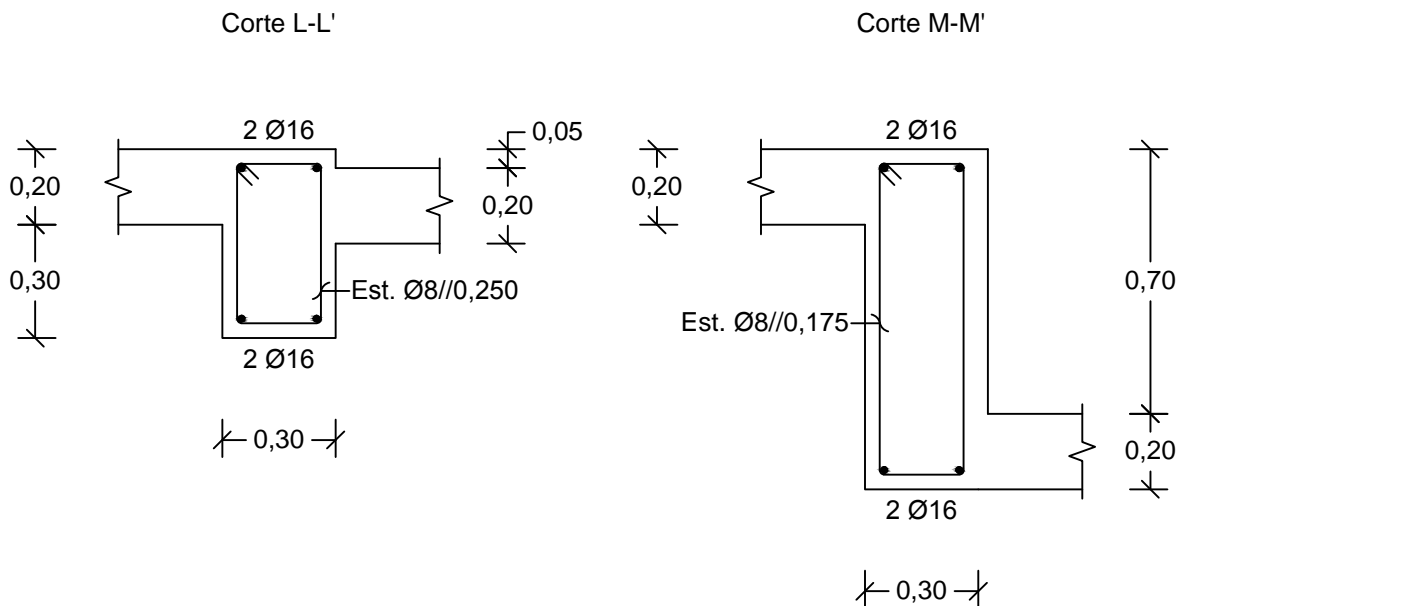
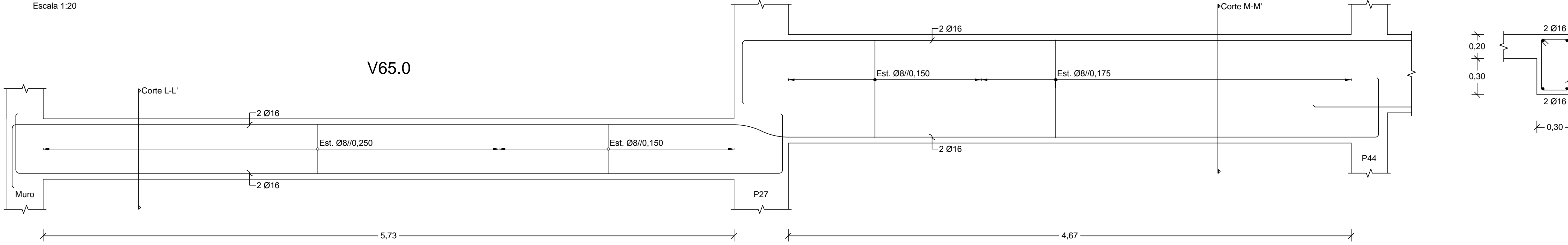
V32.0



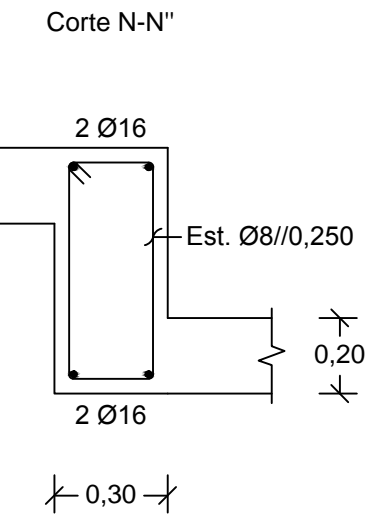
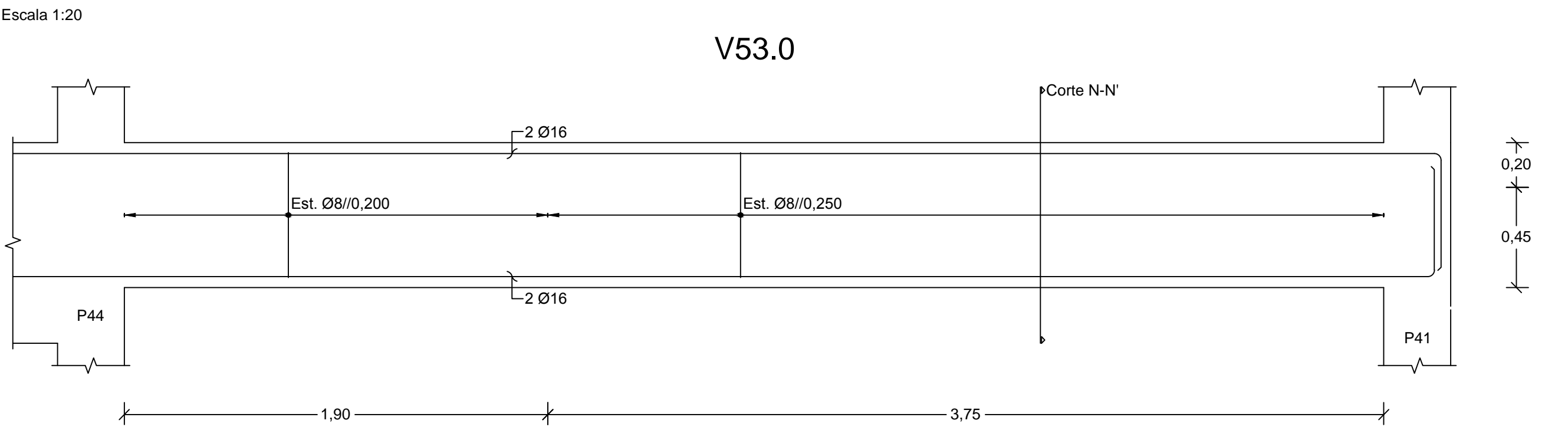
V37.0 E V38.0.2



V61.0 E V65.0



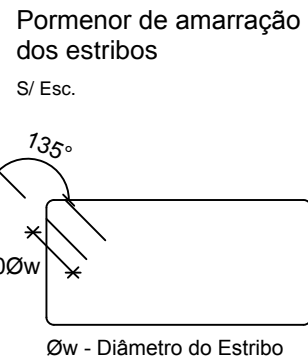
V53.0



MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões



ISEL

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

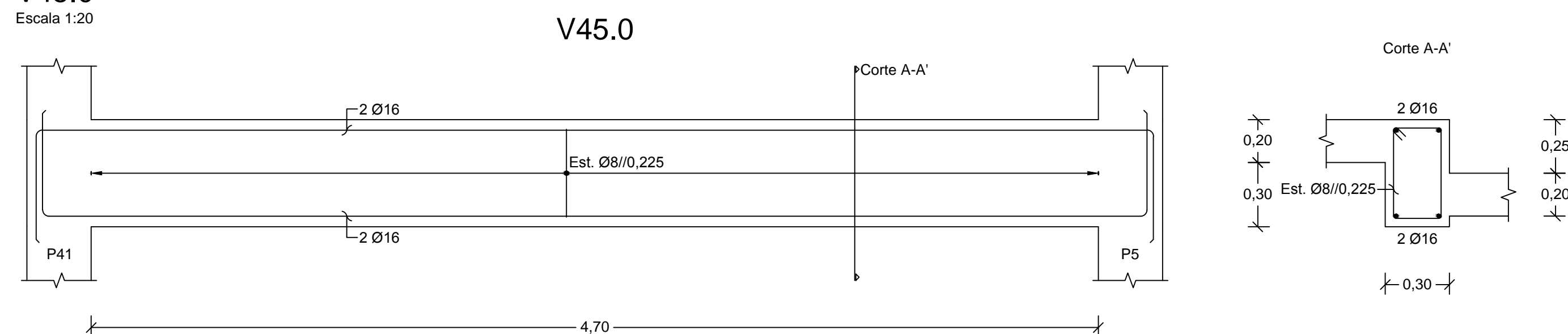
Vigas 12/28

DESENHO N.º

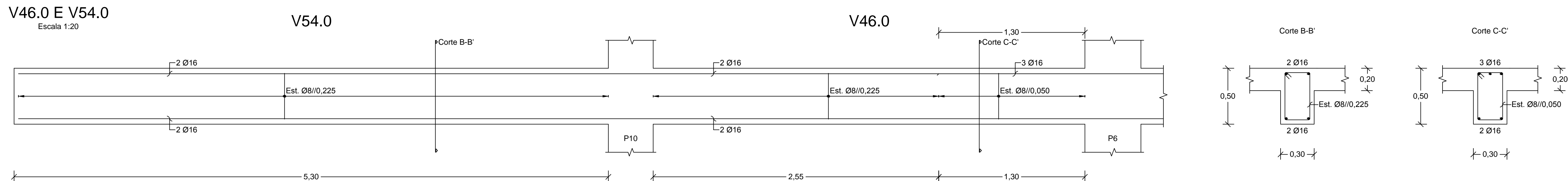
36

Formato A1

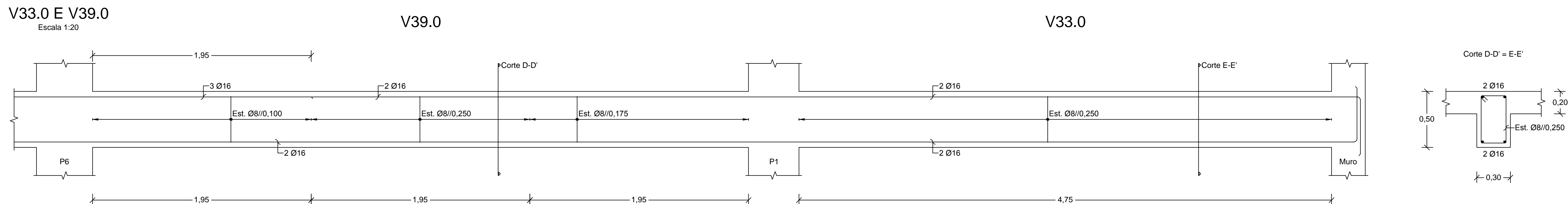
Escala 1:20



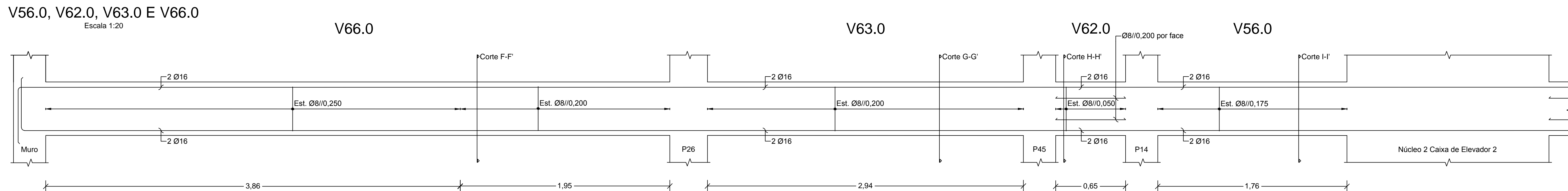
Escala 1:20



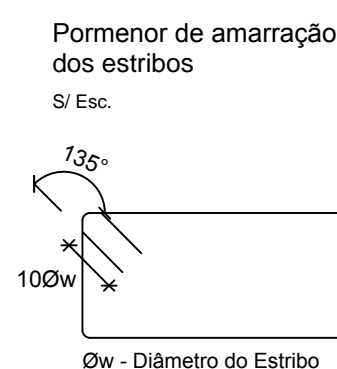
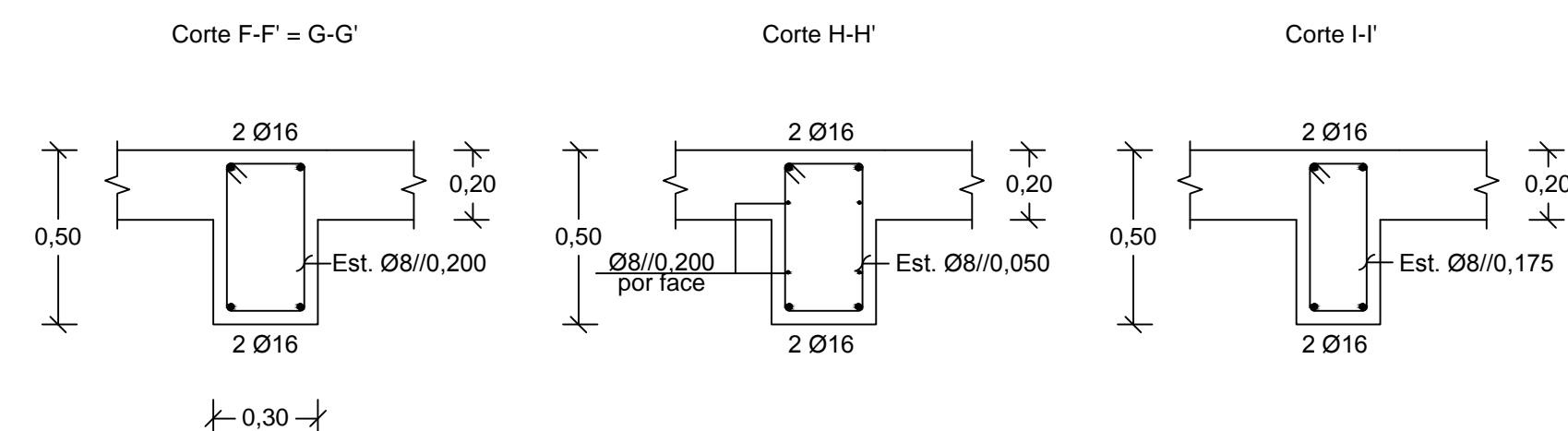
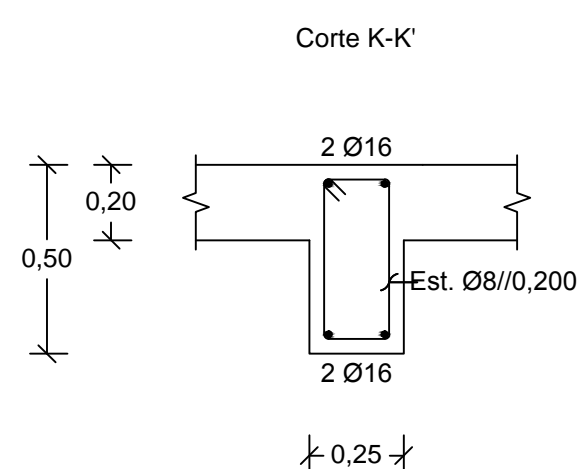
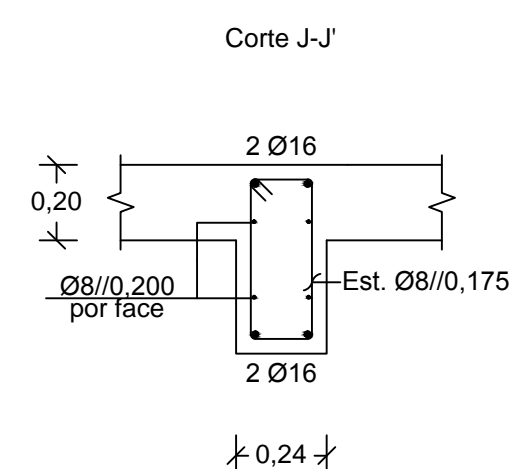
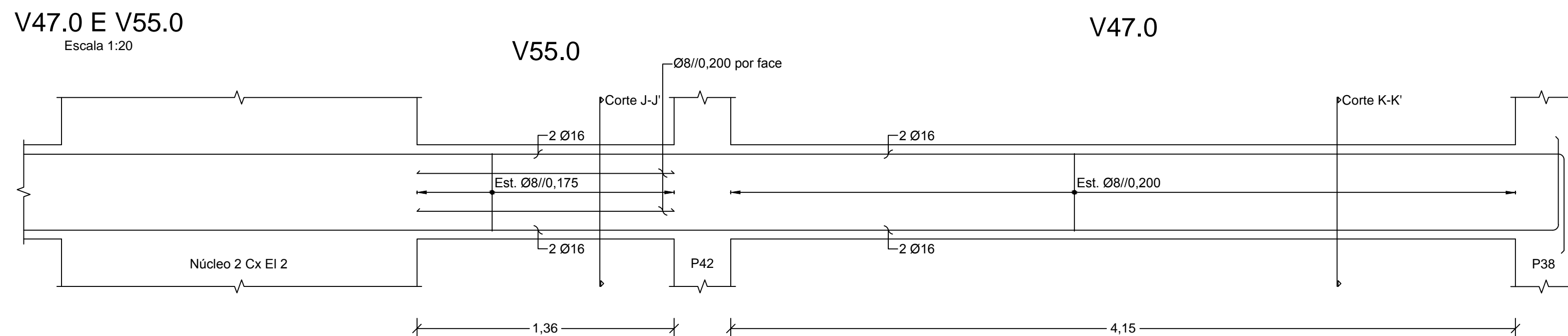
Escala 1:20



Escala 1:20



Escala 1:20



Comprimento de amarração (lbd) e

Varão	l <sub>bd</sub>	l <sub>o</sub>
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

## MATERIALS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1	C30/37	XS1(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=45
NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=35
NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=50
NP EN206-1	C12/15	X0(pt)		Dmax20 S4	

c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

### Armaduras ordinárias

A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:

Tomás Araújo

N.º 32710

Dezembro de 2014

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

## Betão Armado

Vigas 13/28

ESCALA 1/20

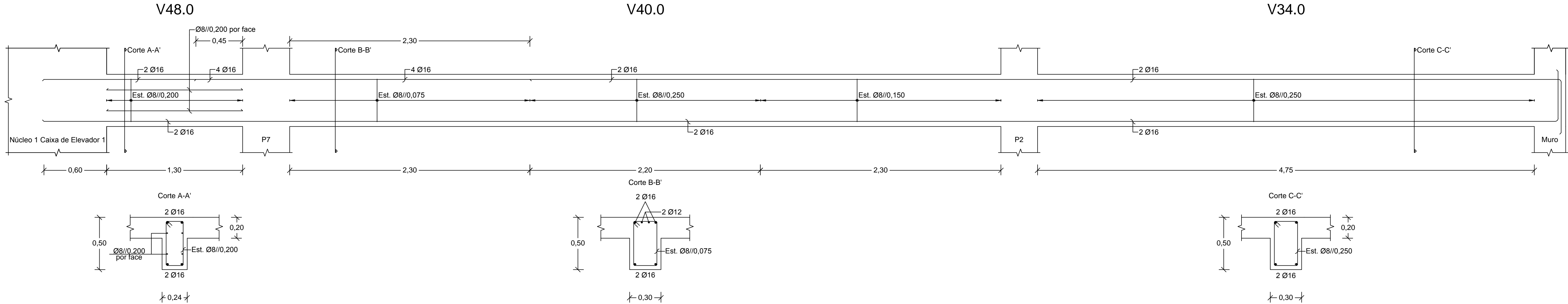
37

---

Formato A1

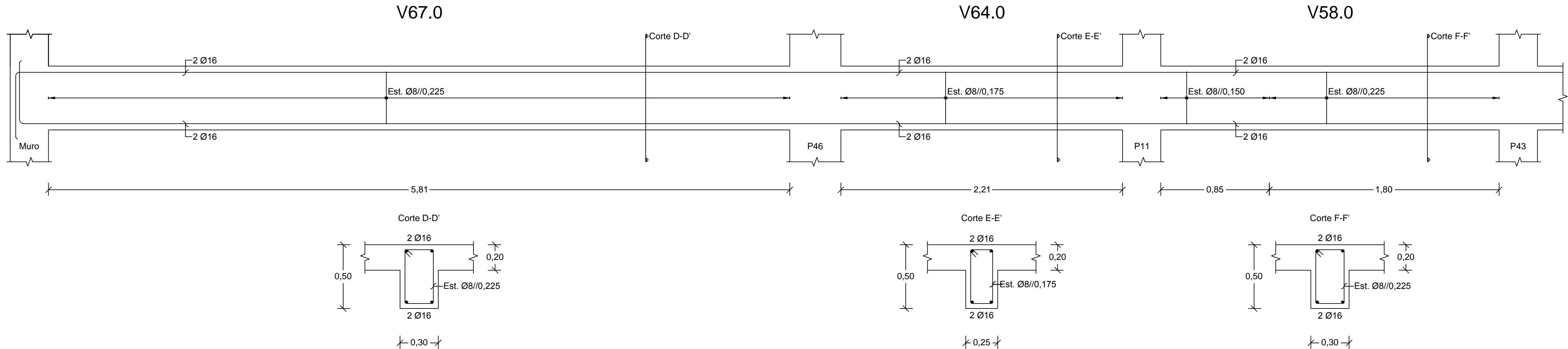
V34.0, V40.0 E V48.0

Escala 1:20



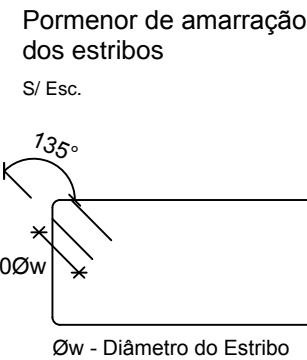
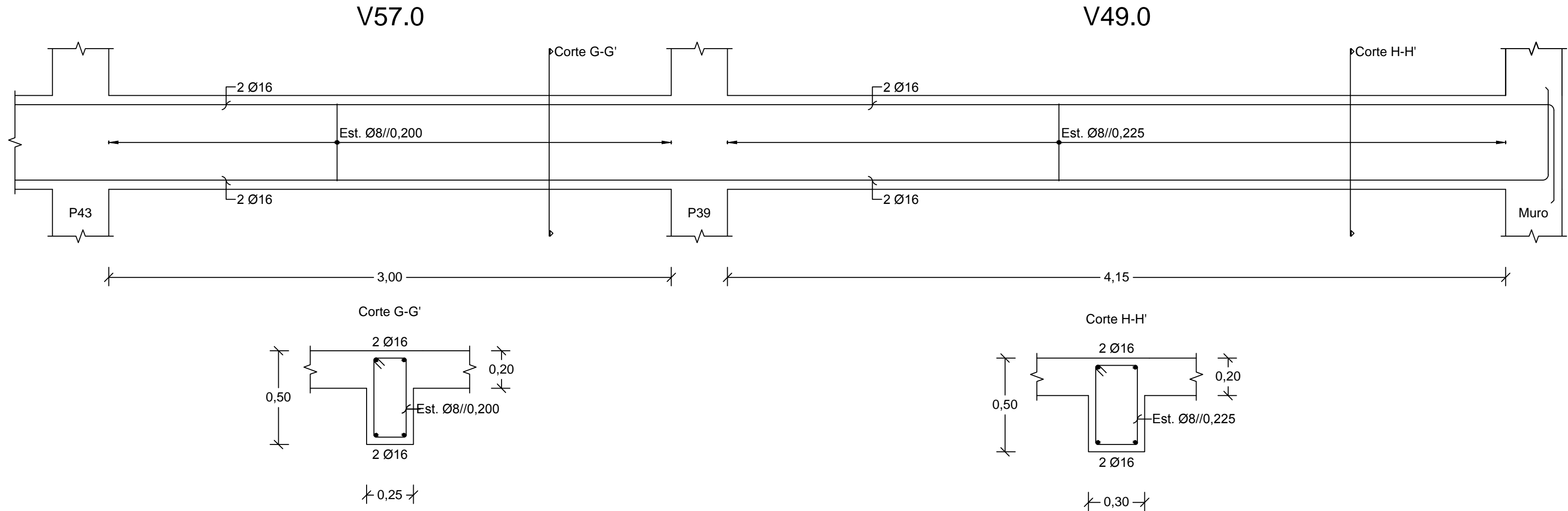
V58.0, V64.0 E V67.0

Escala 1:20



V49.0 E V57.0

Escala 1:20



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ISEL

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:

Tomás Araújo

N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

Vigas 14/28

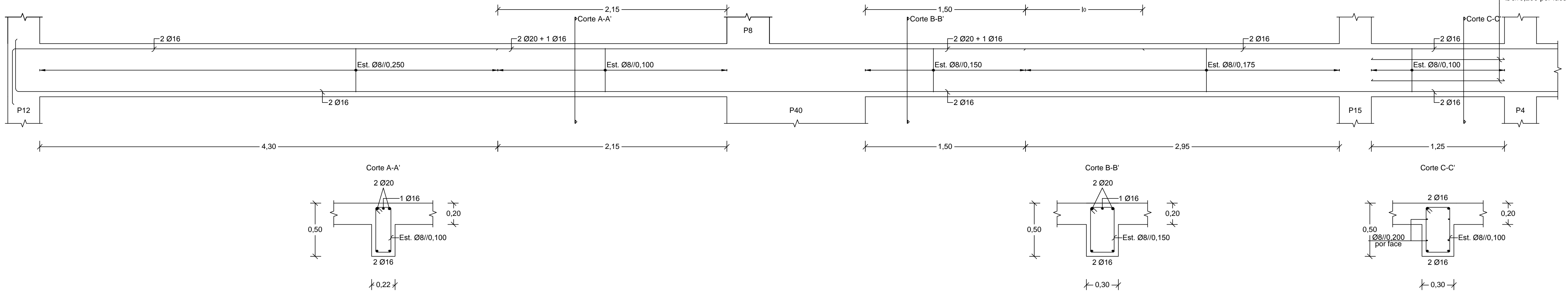
DESENHO N.º

38

Formato A1

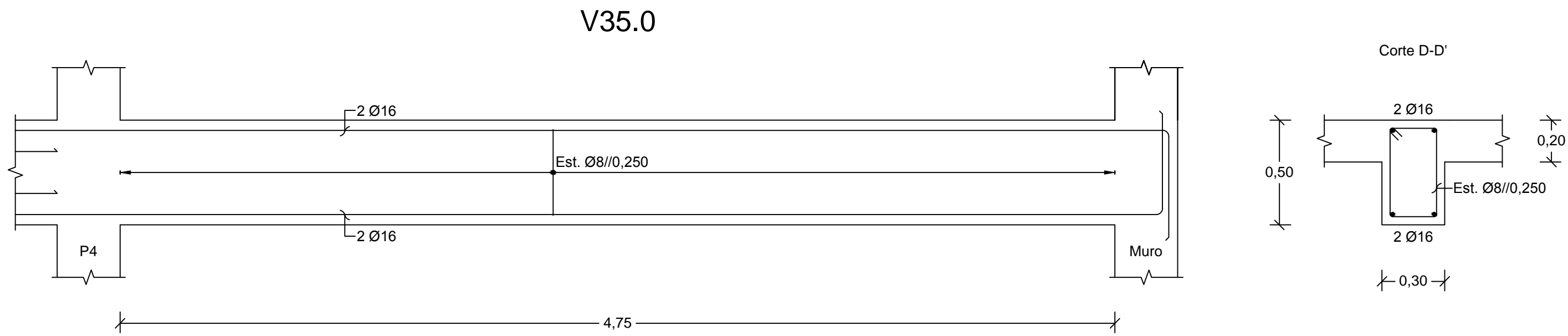
V41.0, V42.0 E V50.0

Escala 1:20



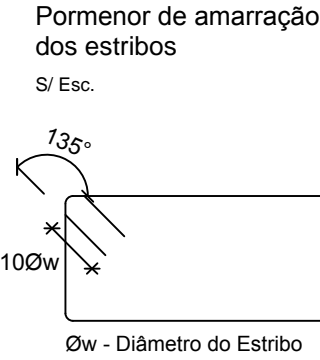
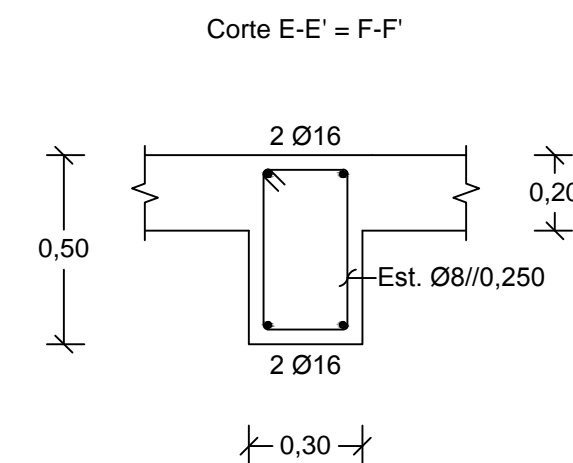
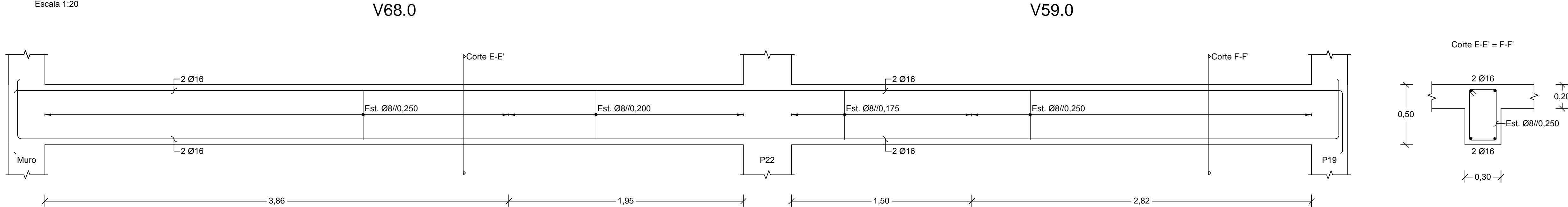
V35.0

Escala 1:20



V59.0 E V68.0

Escala 1:20



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45

Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35


Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50

Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4

c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



**ISEL**  
Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

Betão Armado  
Vigas 15/28

ESCALA 1/20

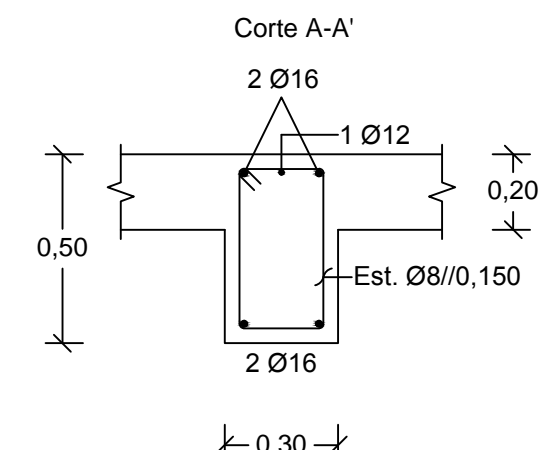
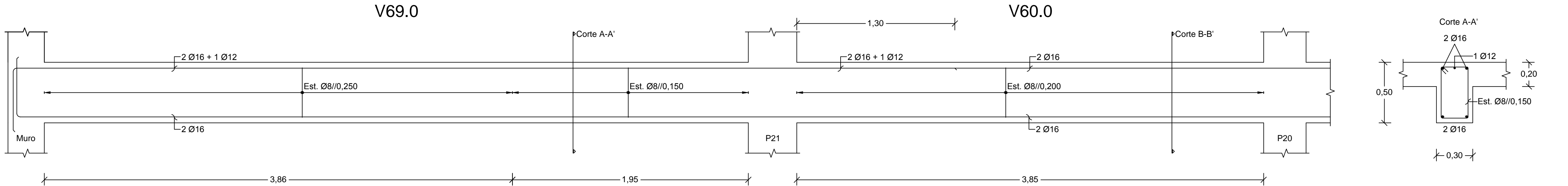
DESENHO N.º  
39

Dezembro de 2014

Formato A1

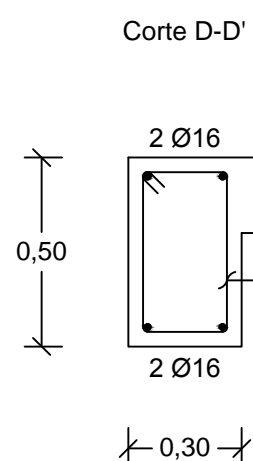
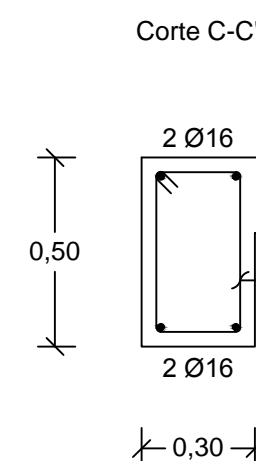
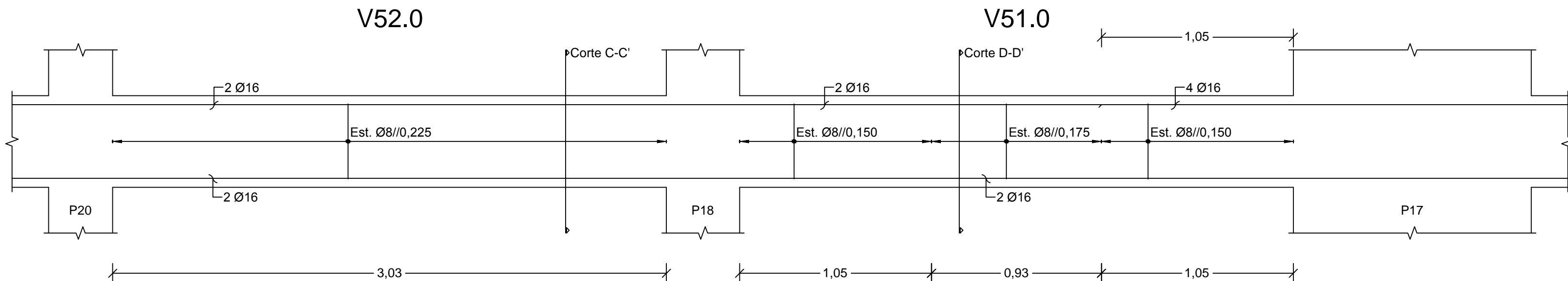
V60.0 E V69.0

Escala 1:20



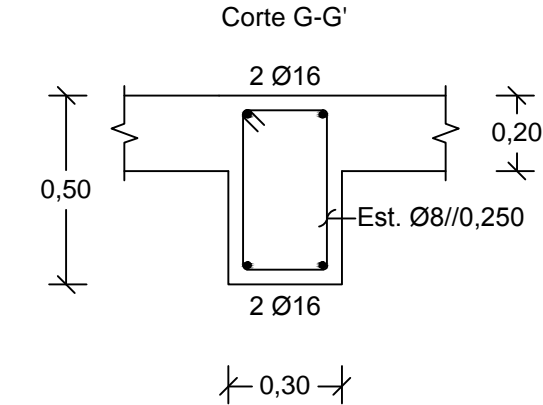
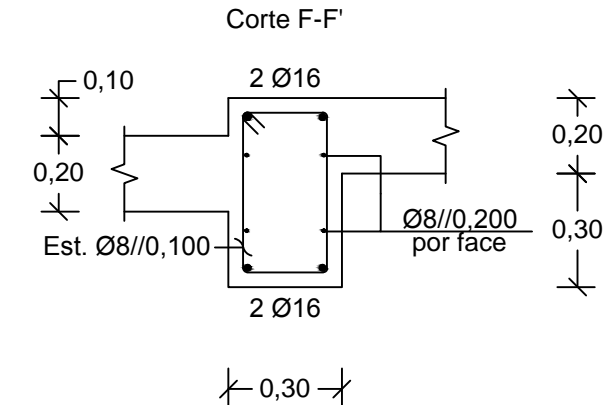
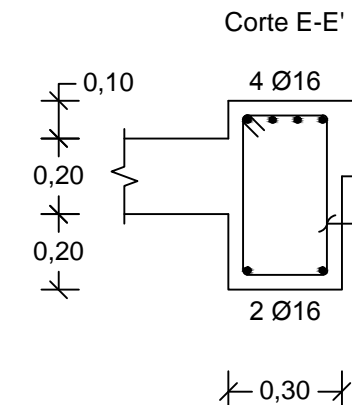
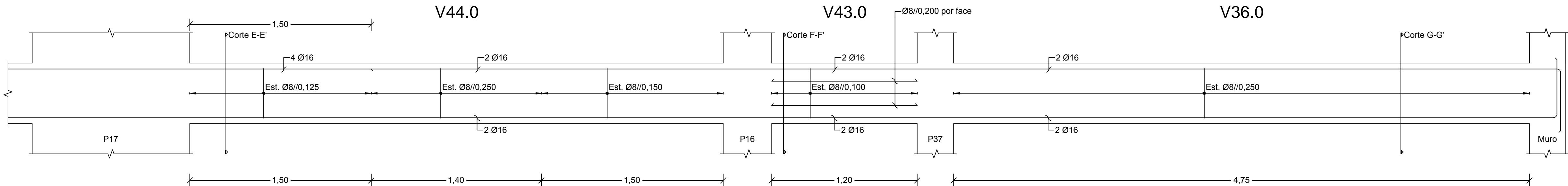
V51.0 E V52.0

Escala 1:20



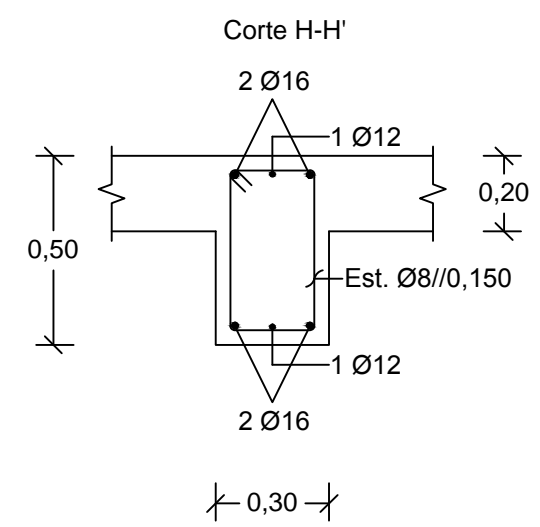
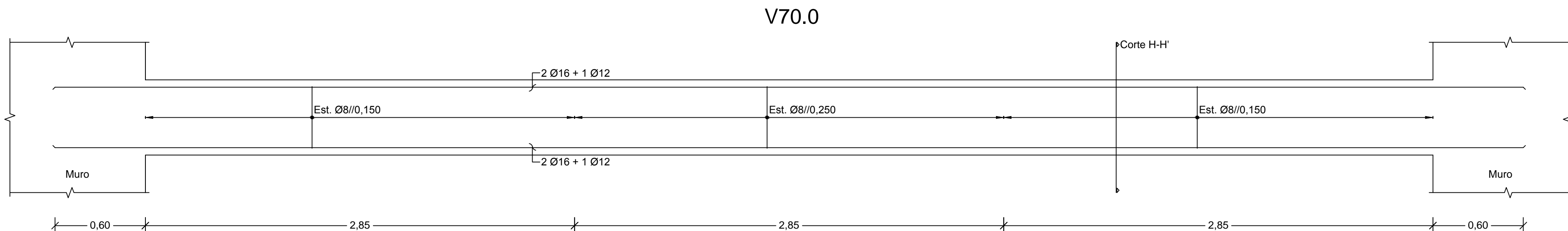
V36.0, V43.0 E V44.0

Escala 1:20



V70.0

Escala 1:20



Pormenor de amarração dos estribos

S/ Esc.

73°

100w

Øw - Diâmetro do Estribo

Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

MATERIAIS


BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



**ISEL**  
Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

Dezembro de 2014

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

Betão Armado  
Vigas 16/28

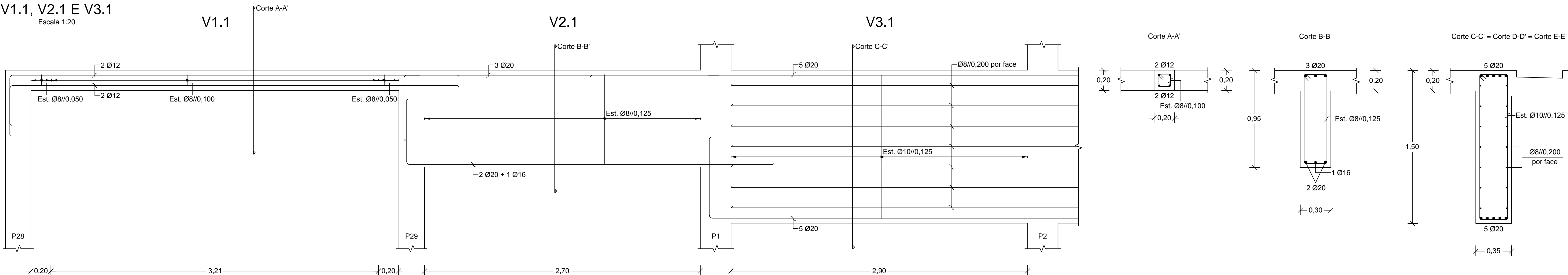
ESCALA 1/20

DESENHO N.º  
40  
Formato A1



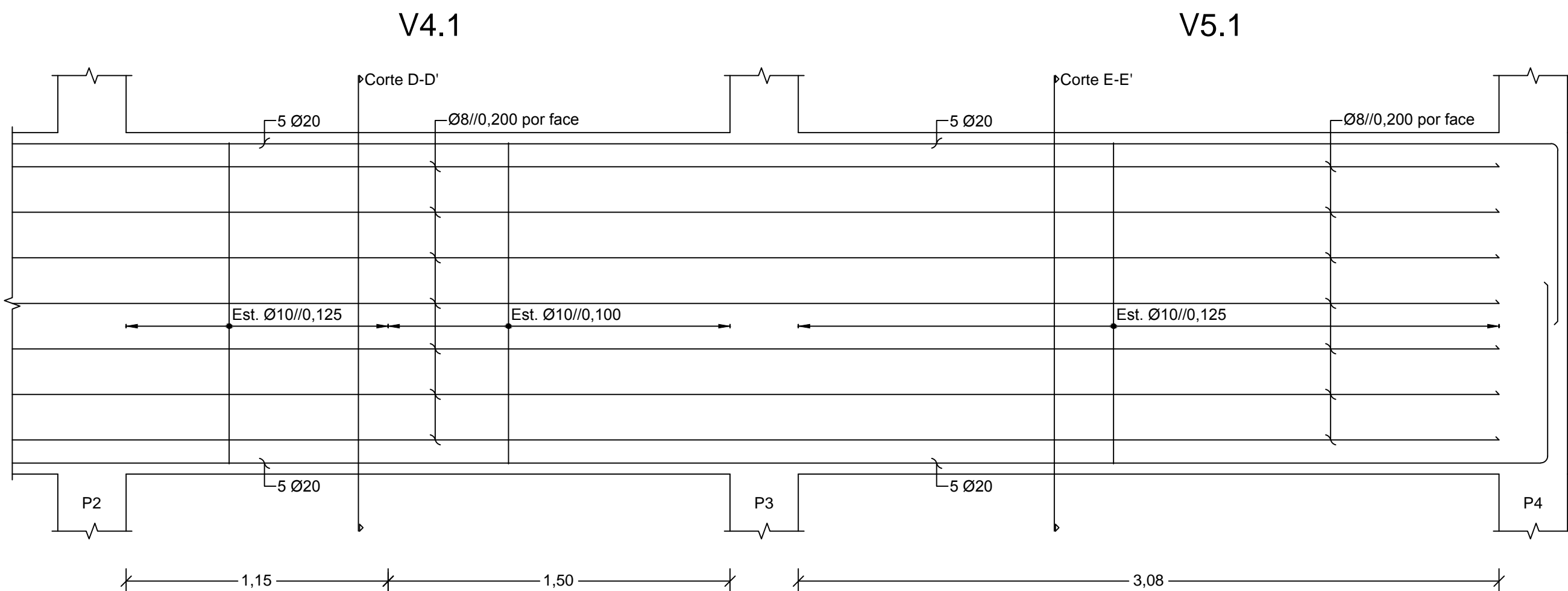
# V1.1, V2.1 E V3.1

Escala 1:20



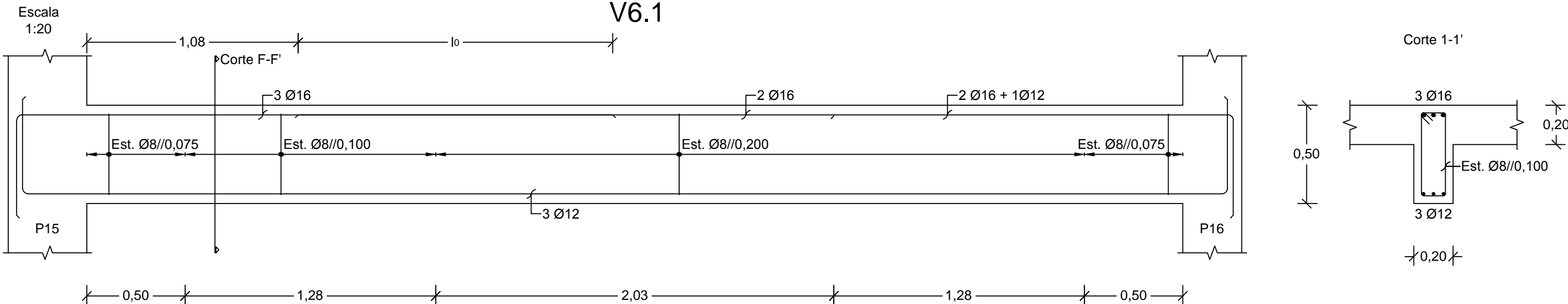
# V4.1 E V5.1

Escala 1:20



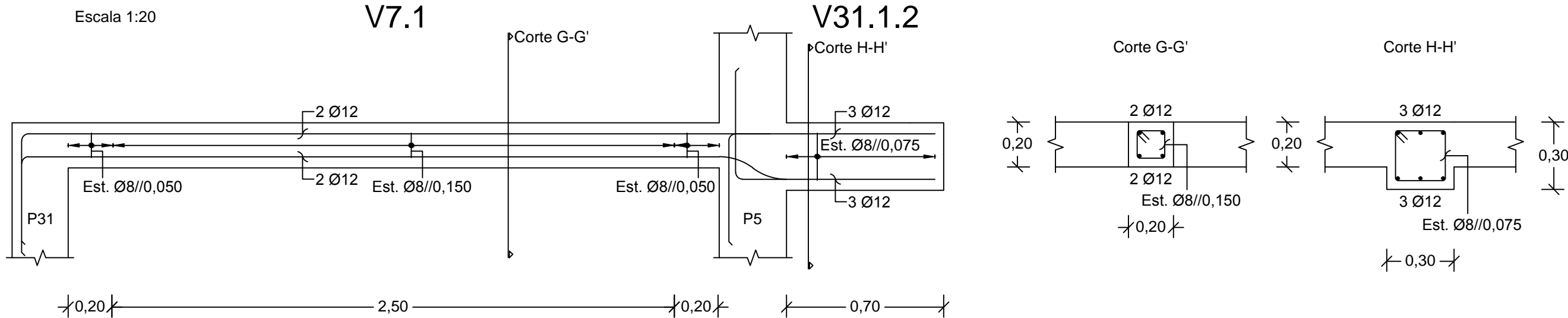
# V6.1

Escala 1:20



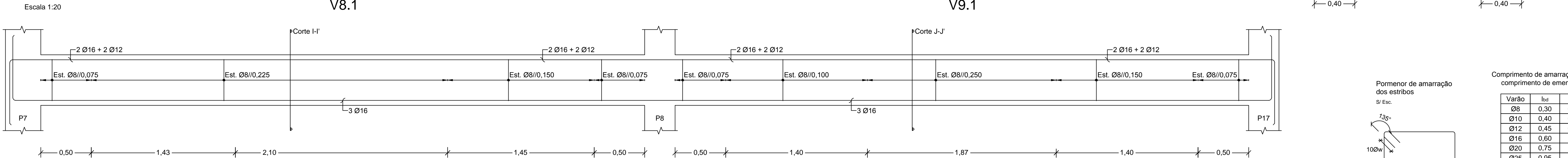
# V7.1 E V31.1.2

Escala 1:20



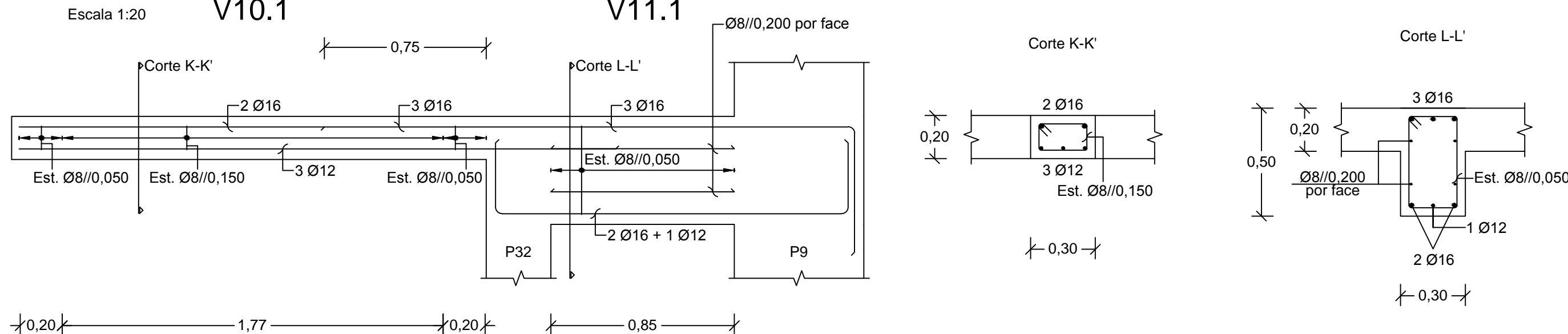
# V8.1 E V9.1

Escala 1:20



# V10.1 E V11.1

Escala 1:20



## MATERIAIS

### BETÃO:

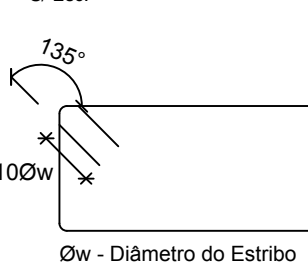
Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

### AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD

Pormenor de amarração dos estribos  
S/ Esc.



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:

Tomás Araújo

N.º 32710

Dezembro de 2014

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

Betão Armado

Vigas 17/28

ESCALA 1/20

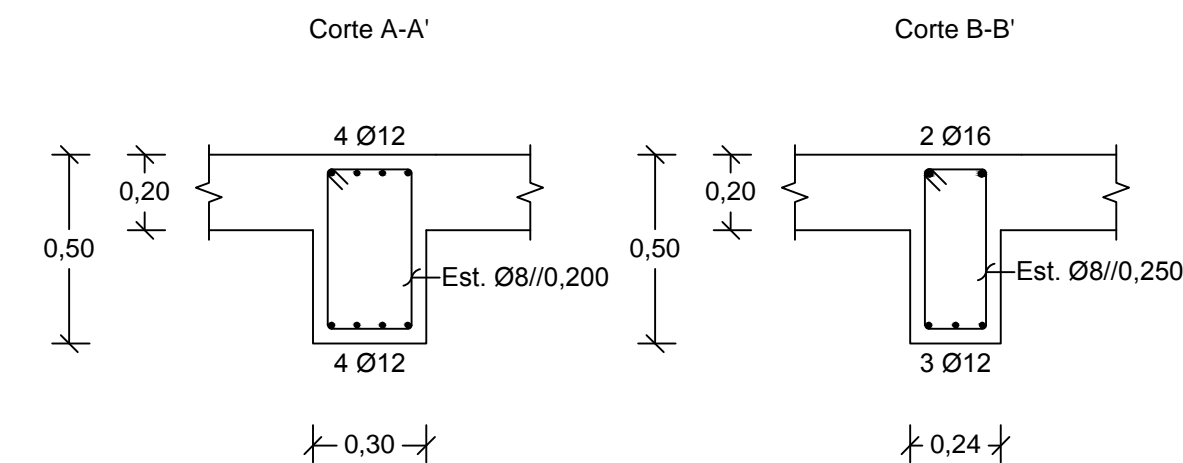
DESENHO N.º

41

Formato A1

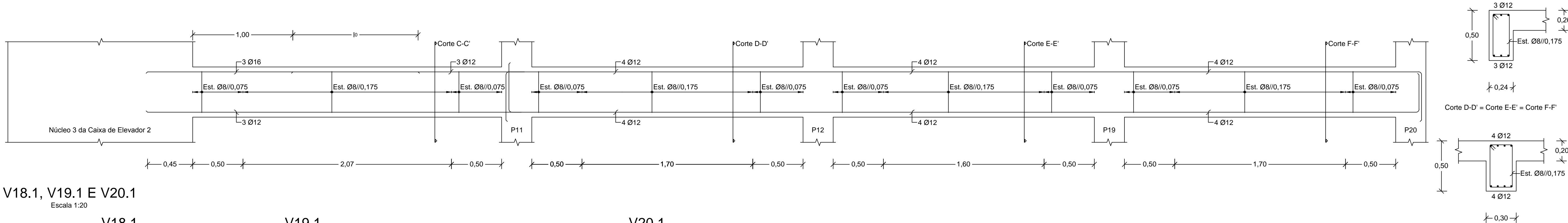
Escala 1:20

V13.1



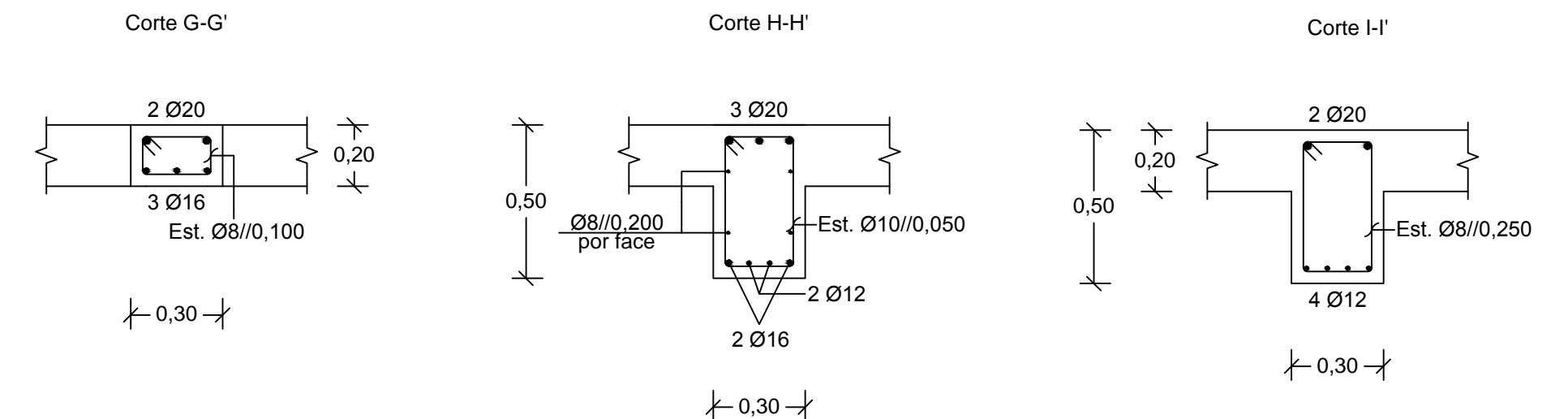
Escala 1:20

V17.1



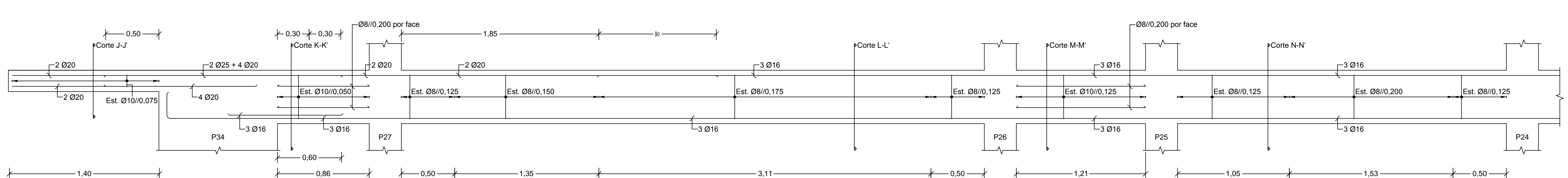
Escala 1:20

V20.1



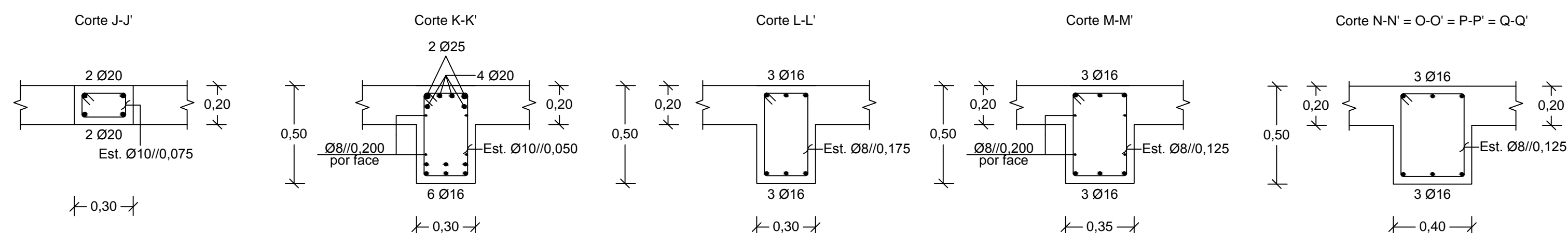
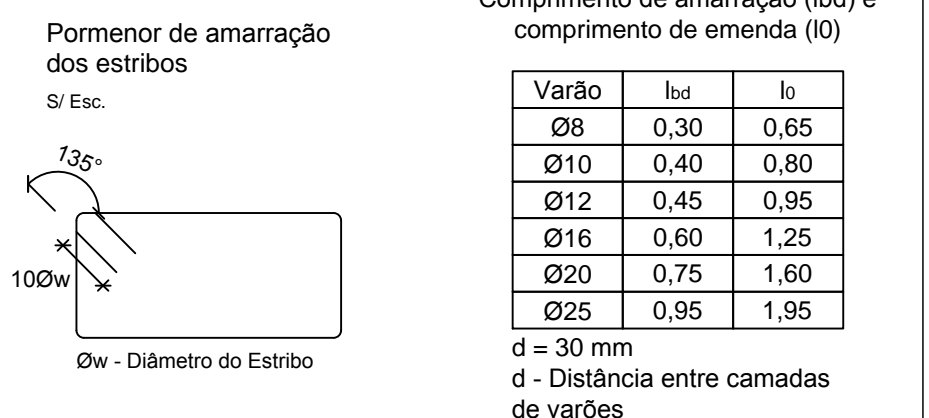
Escala 1:20

V24.1



Escala 1:20

V21.1



BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1	C30/37	XS1(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=45
NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=35
NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=50
NP EN206-1	C12/15	XO(pt)		Dmax20 S4	

c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias	A500 NR SD
----------------------	------------



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:

Tomás Araújo  
N.º 32710

Dezembro de 2014

## Betão Armado

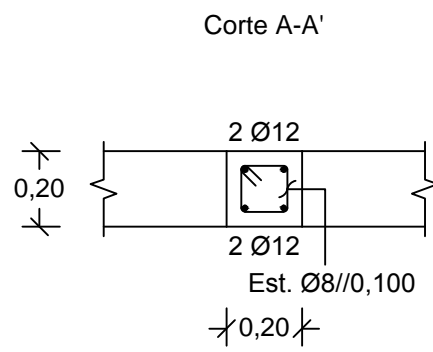
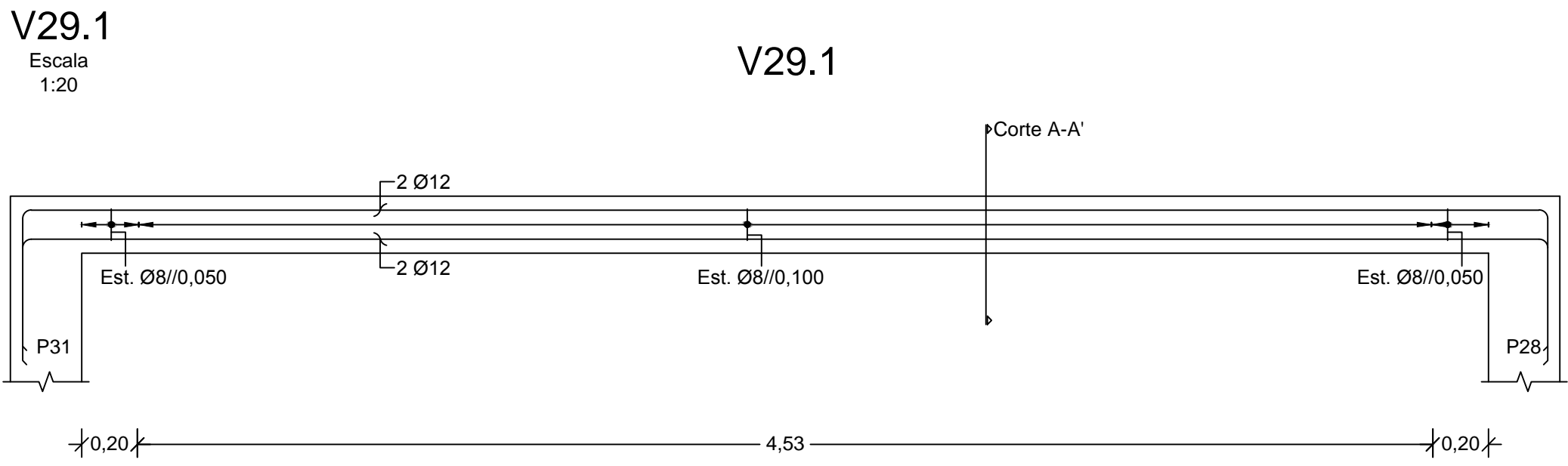
Vigas 18/28

ESCALA 1/20

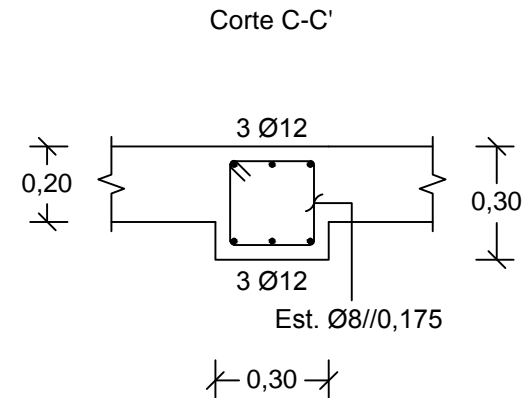
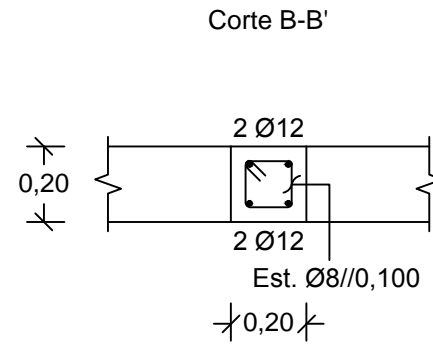
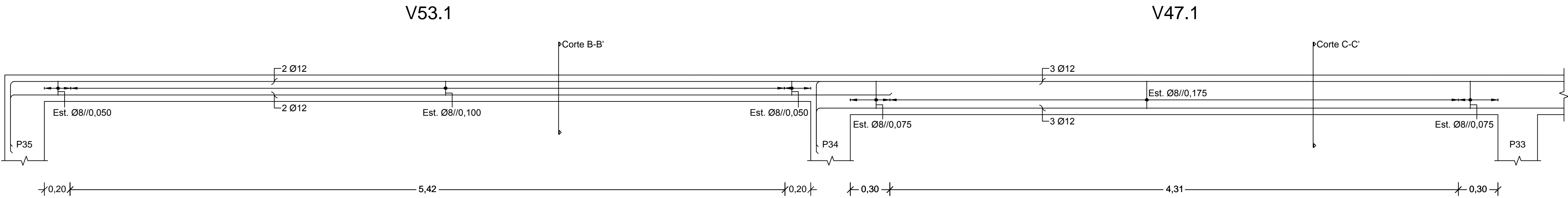
DESENHO N.º

42

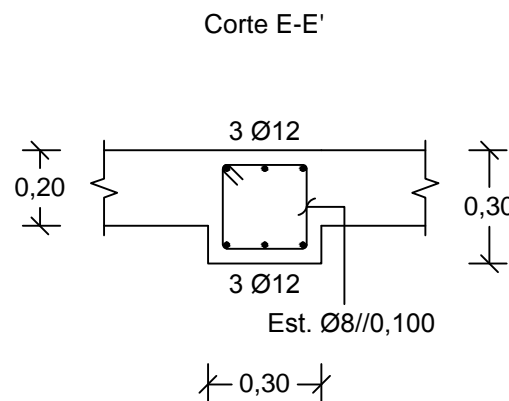
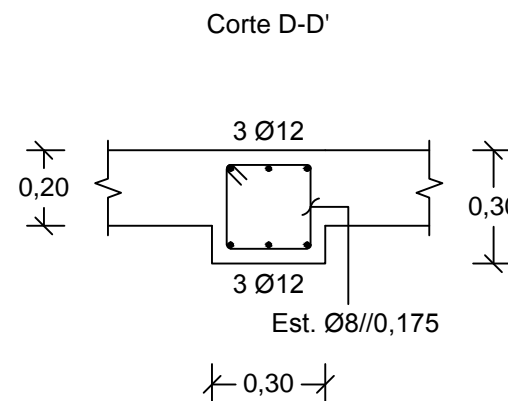
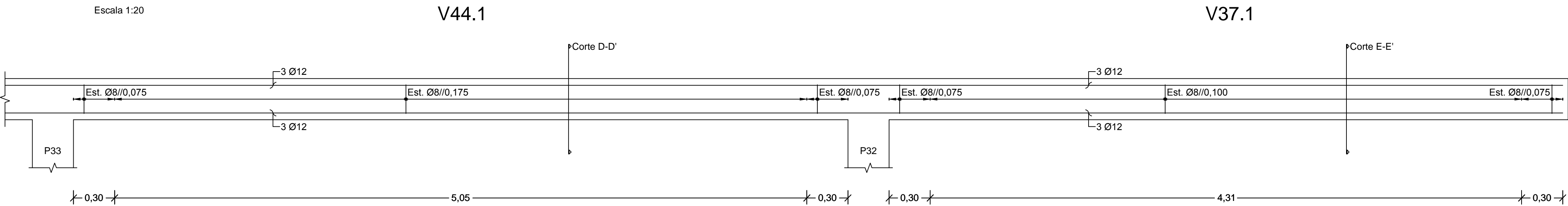
Formato A1
------------



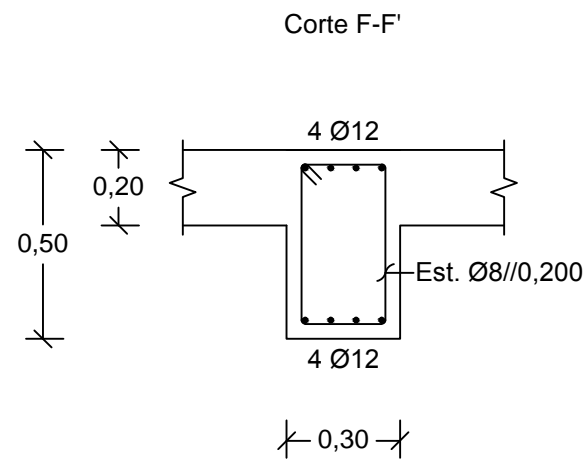
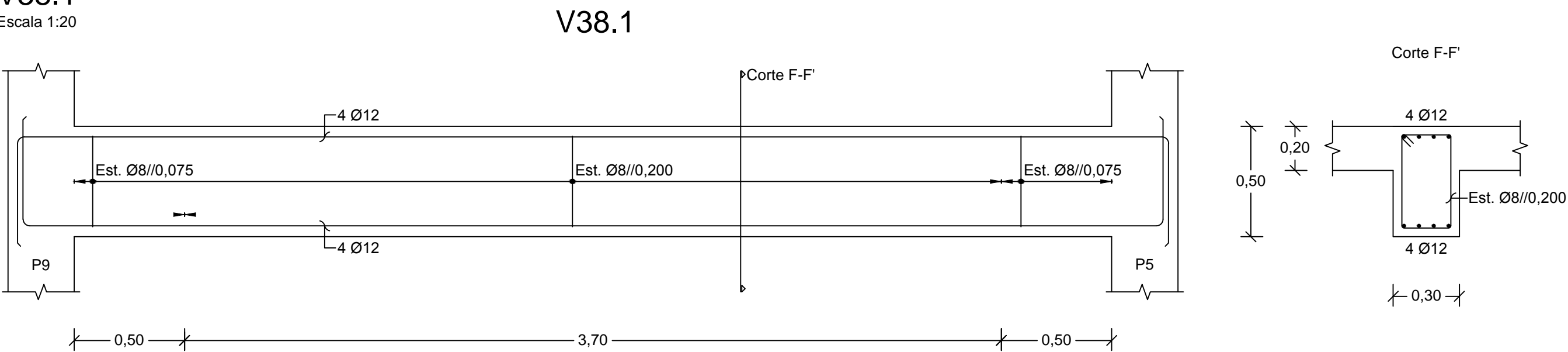
V47.1 E V53.1  
Escala 1:20



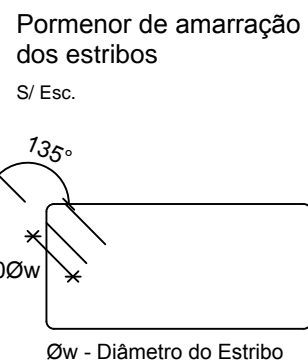
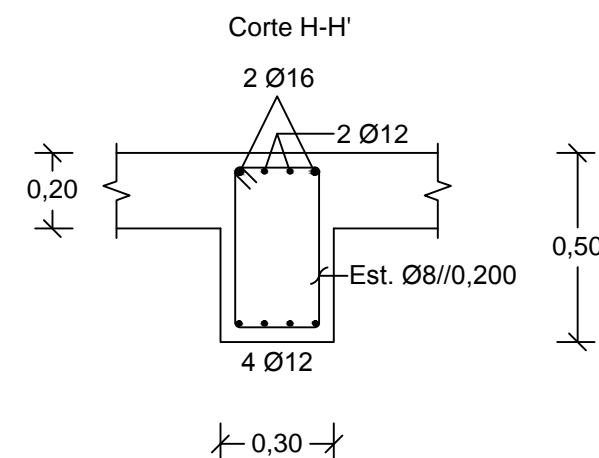
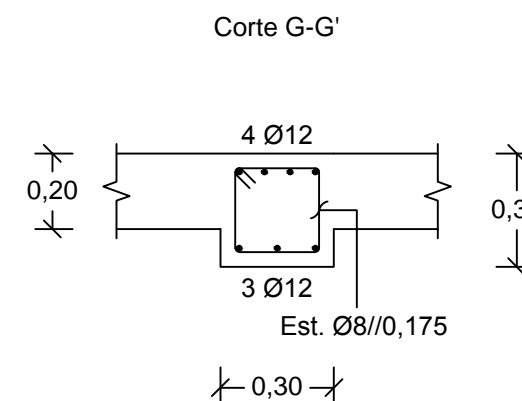
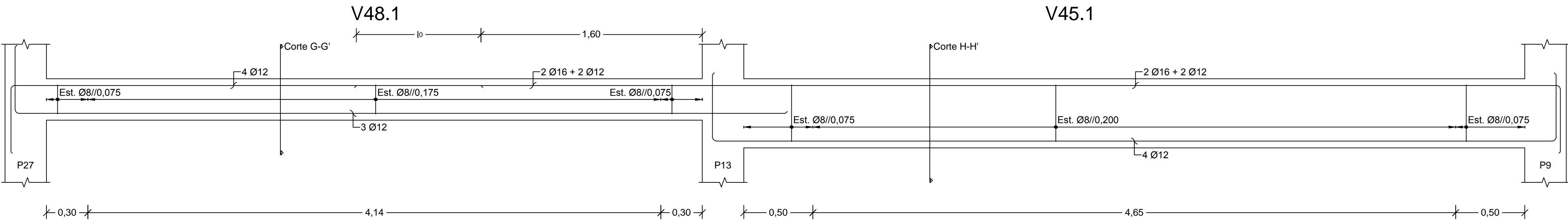
V37.1 E V44.1  
Escala 1:20



V38.1  
Escala 1:20



V45.1 E V48.1  
Escala 1:20

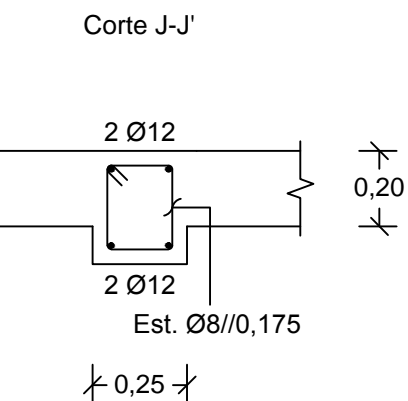
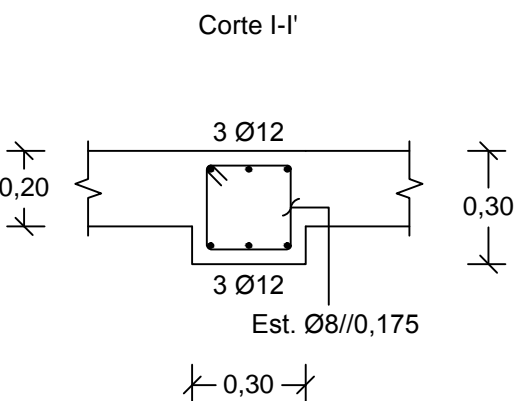
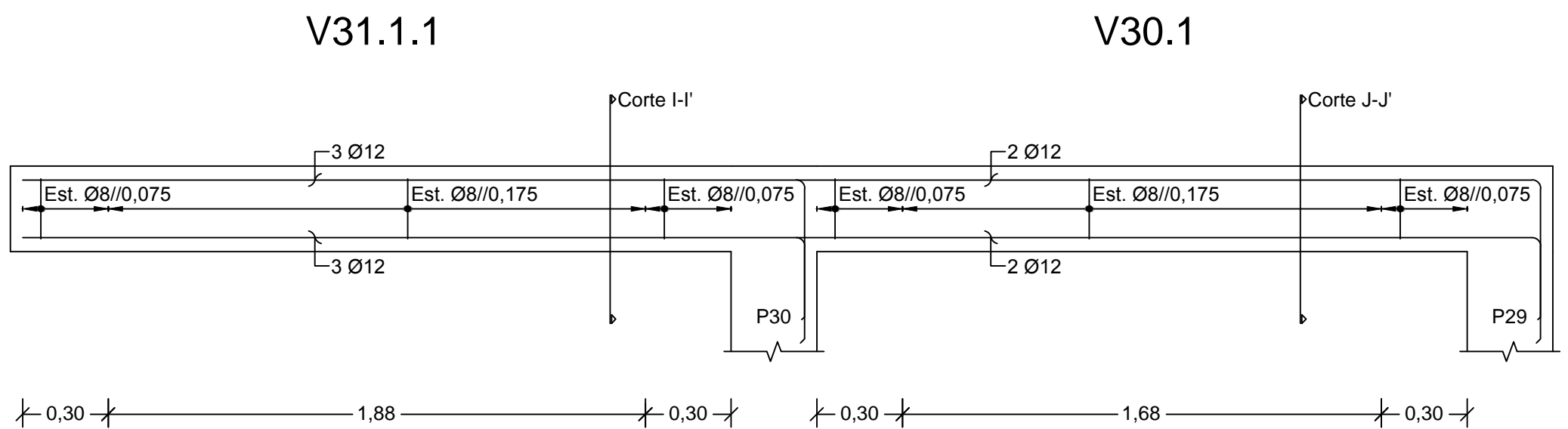


Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

V30.1 E V31.1.1  
Escala 1:20



### MATERIAIS

#### BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

#### AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

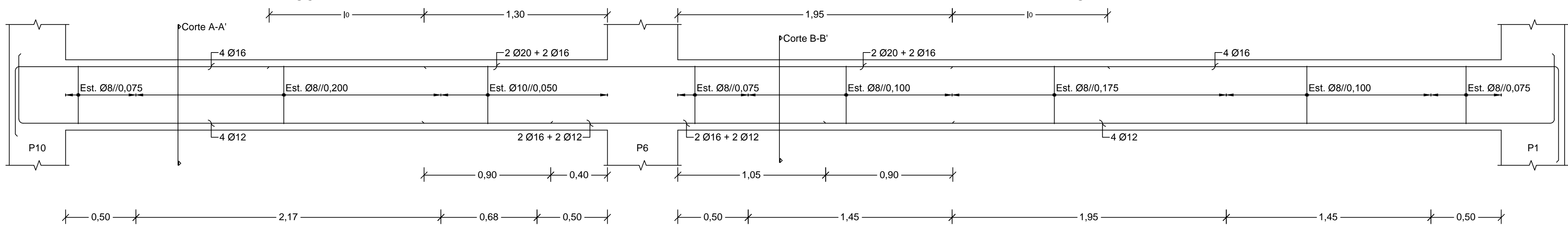
Vigas 19/28

DESENHO N.º

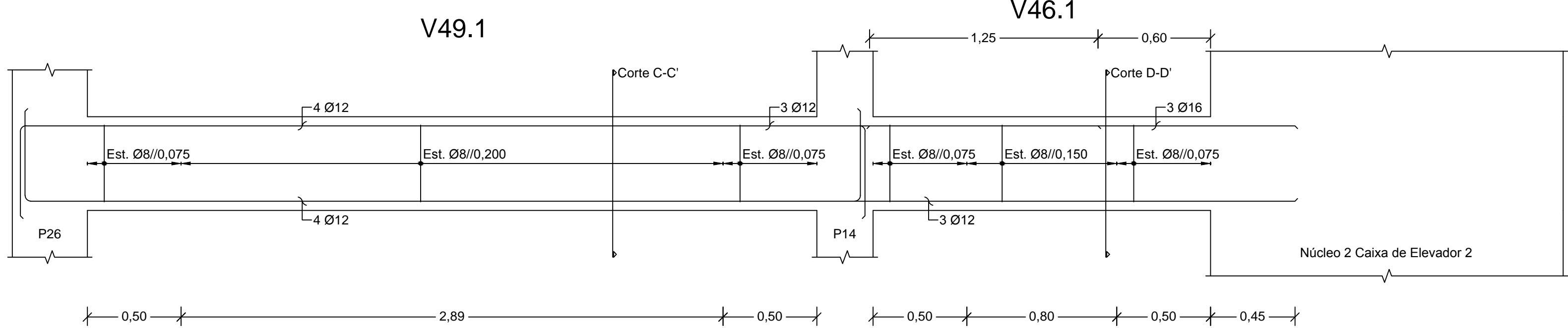
43

Formato A1

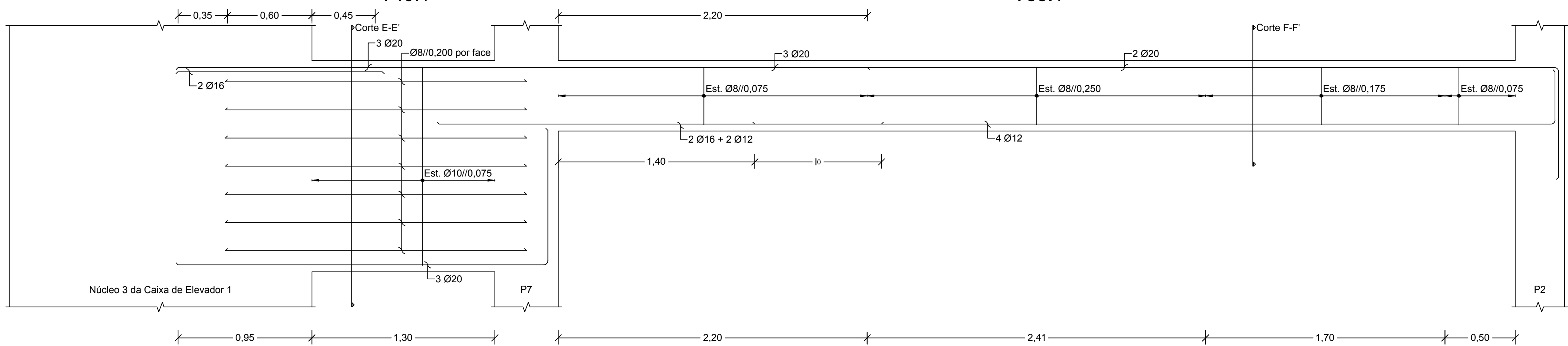
V32.1 E V39.1



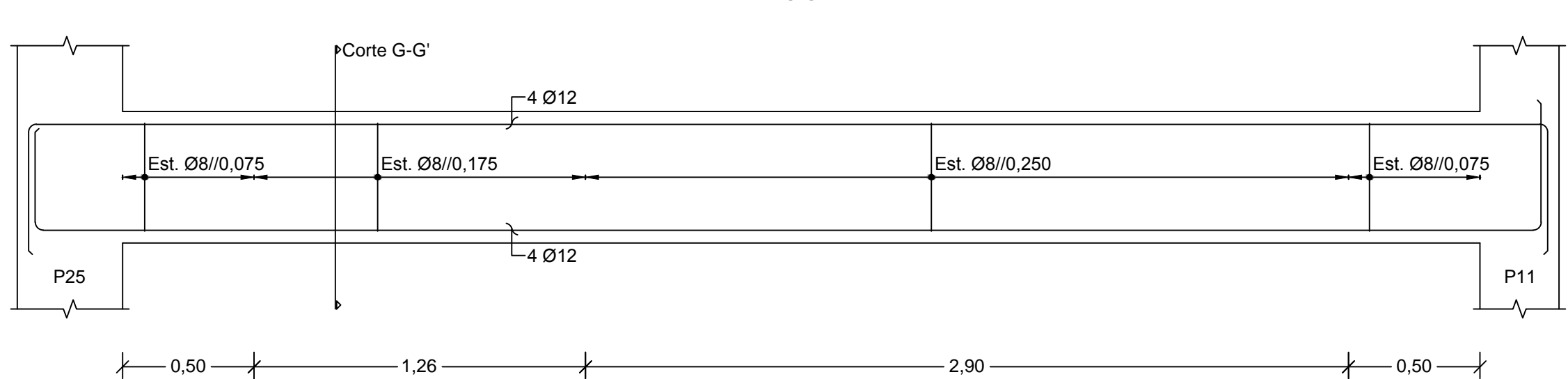
V46.1 E V49.1



V33.1 E V40.1



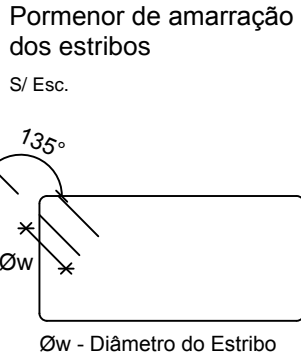
V50.1



MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

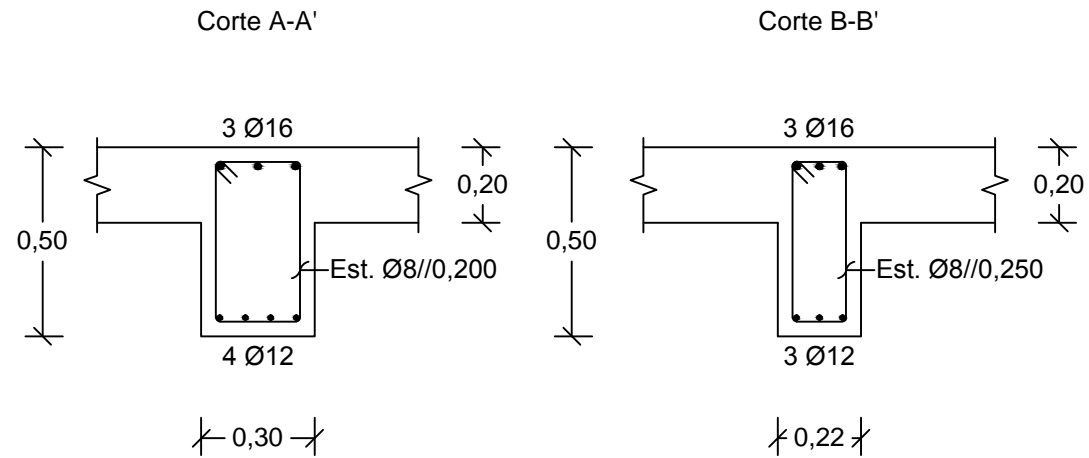
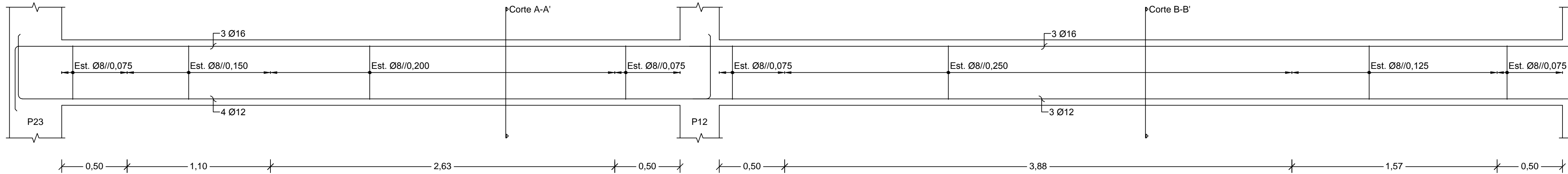
Vigas 20/28

DESENHO N.º

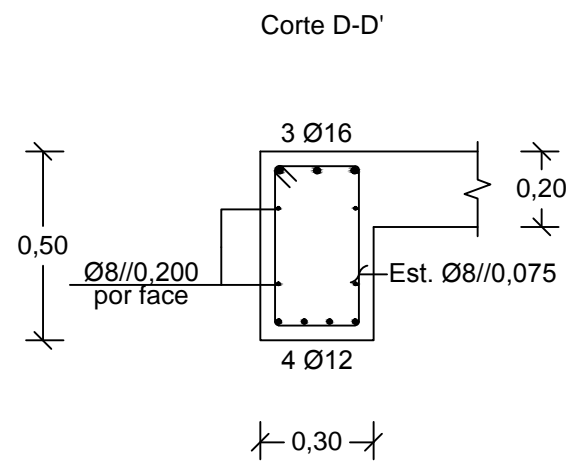
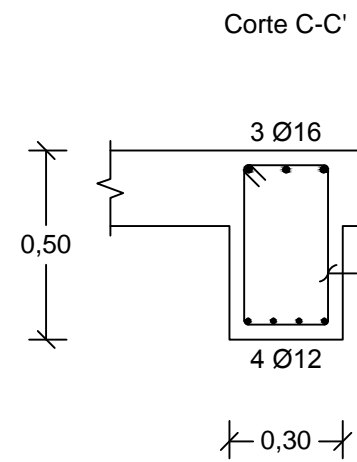
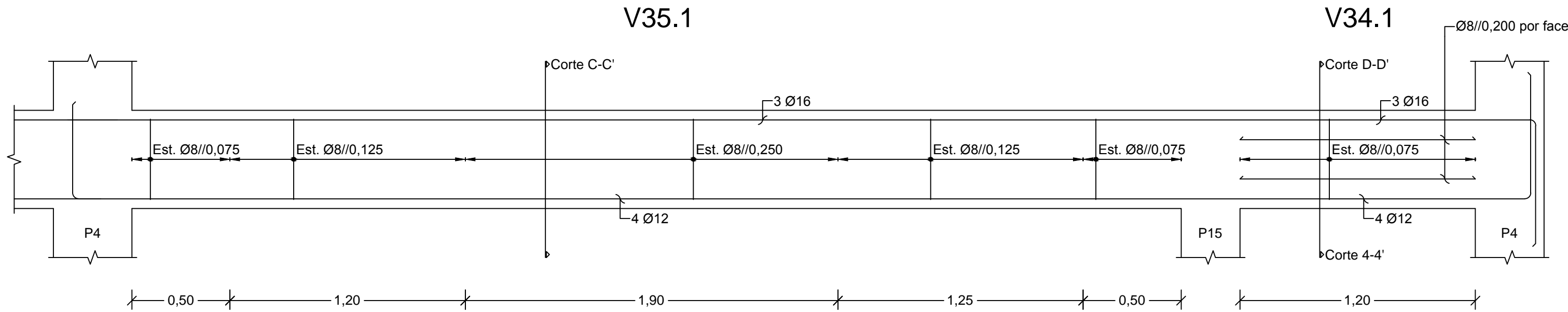
44

Formato A1

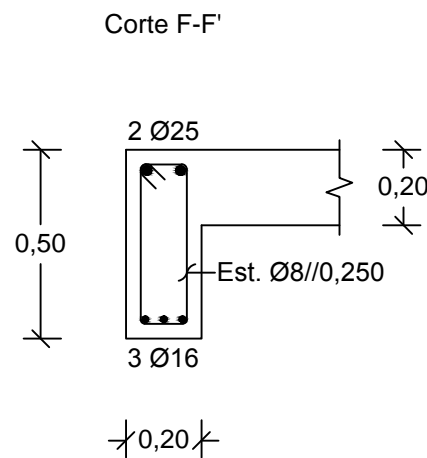
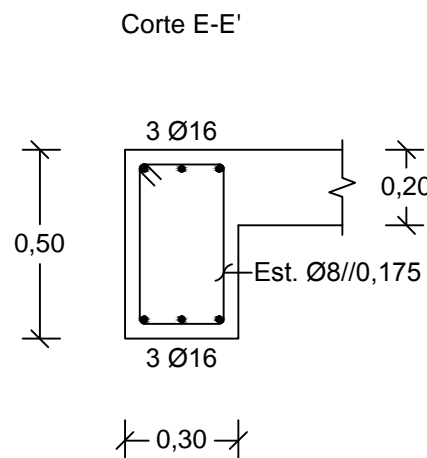
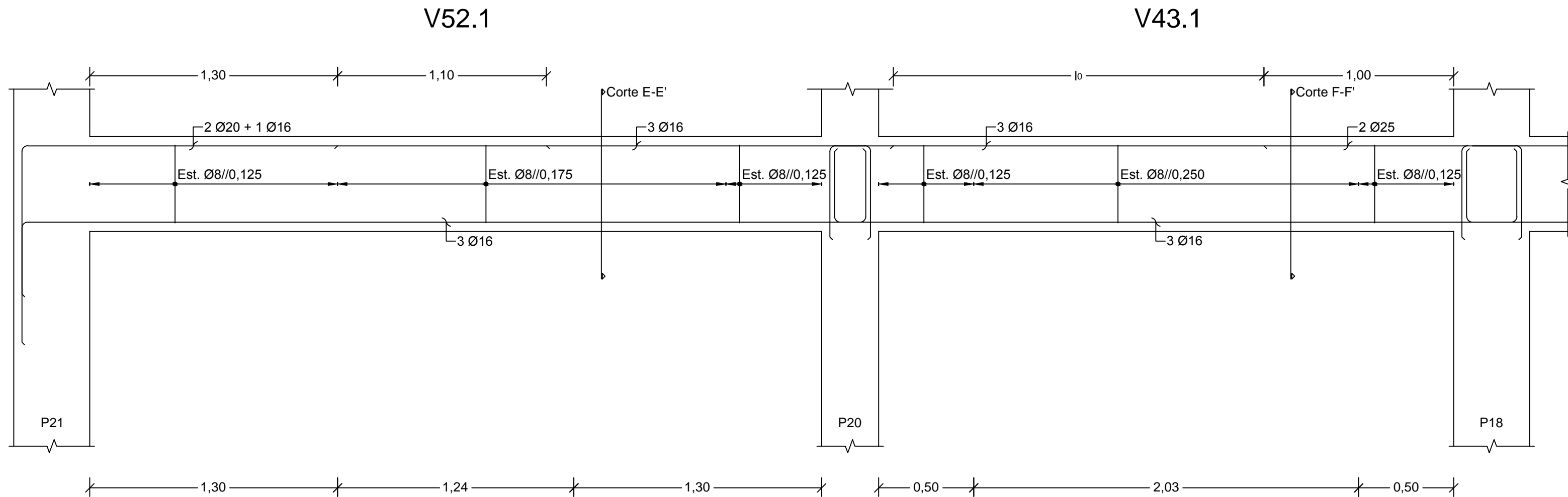
V34.1, V35.1, V41.1 E V51.1  
Escala 1:20



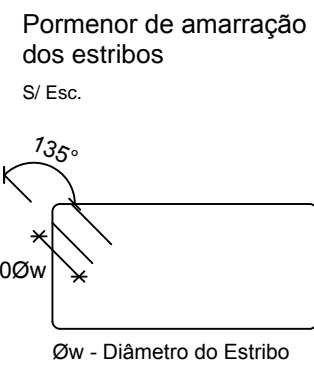
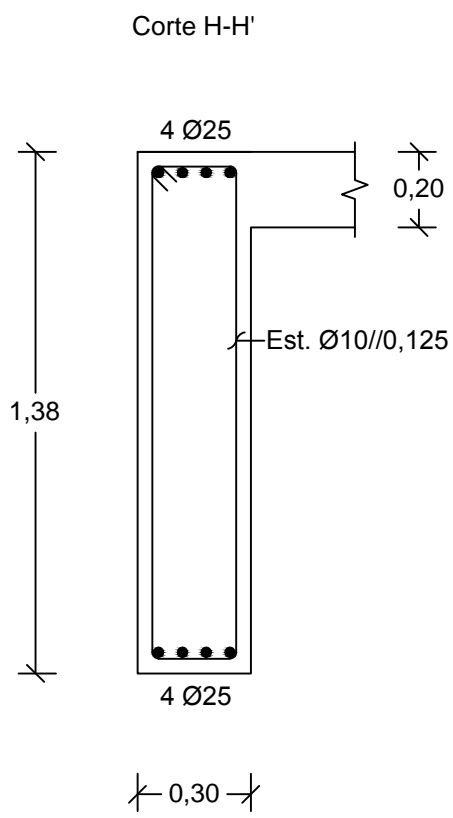
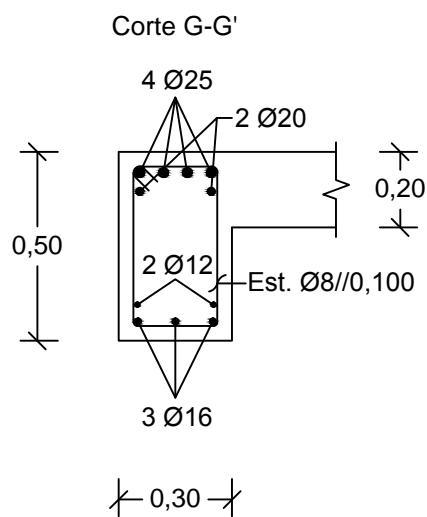
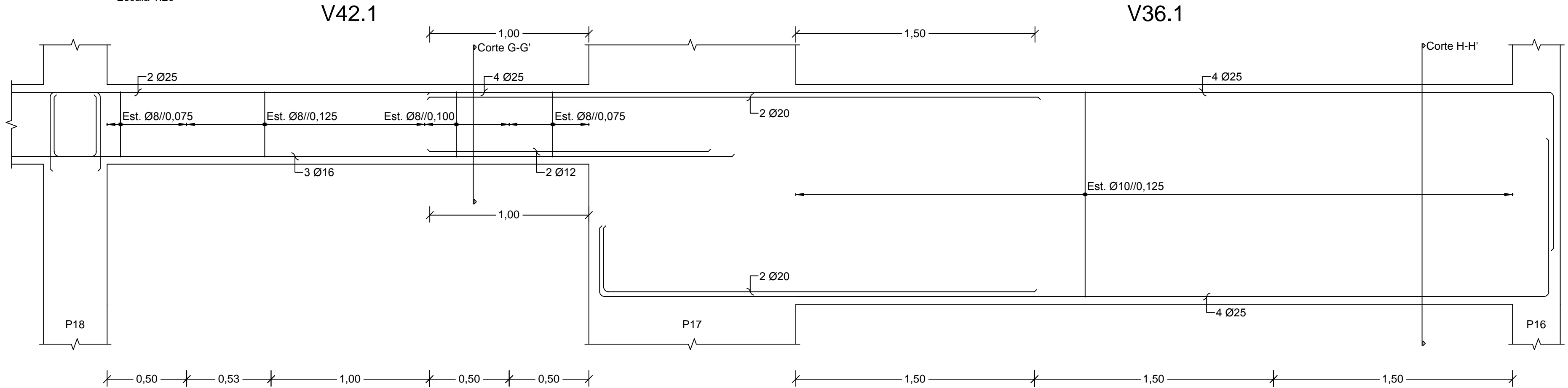
V34.1, V35.1, V41.1 E V51.1  
Escala 1:20



V36.1, V42.1, V43.1 E V52.1  
Escala 1:20



V36.1, V42.1, V43.1 E V52.1  
Escala 1:20



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)		
Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

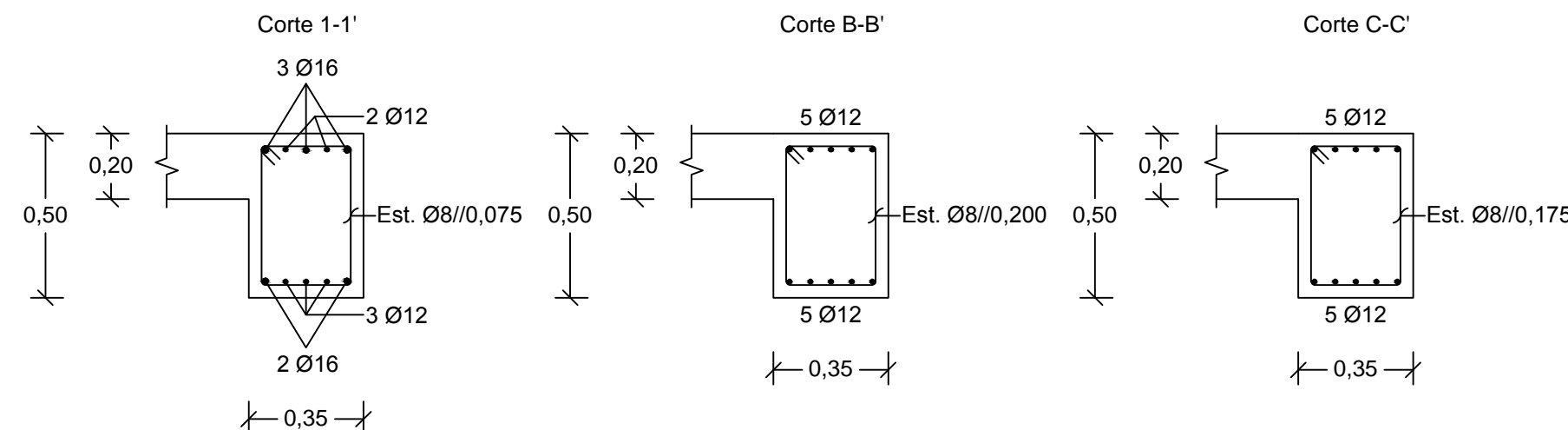
Vigas 21/28

DESENHO N.º

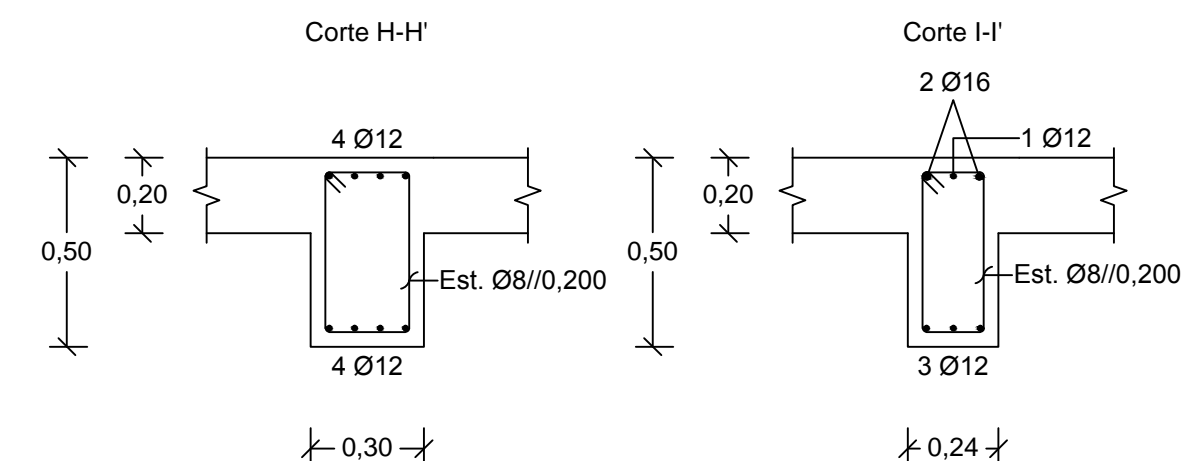
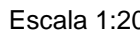
45

Formato A1

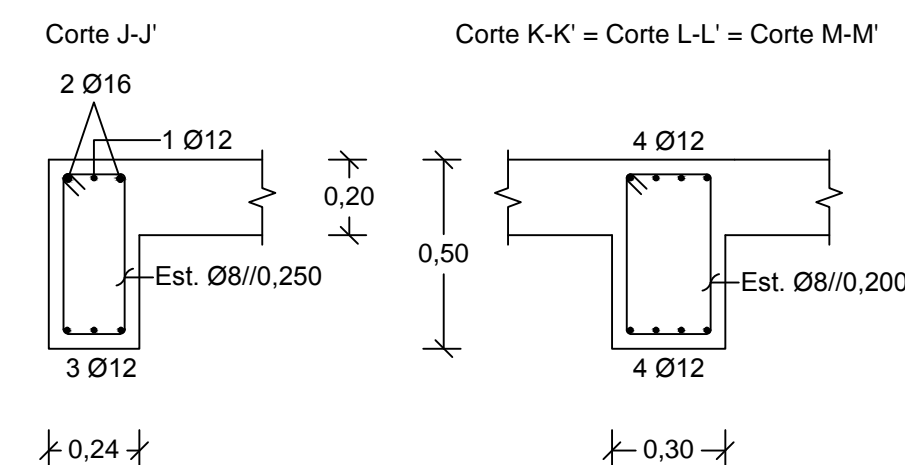
Escala 1:20



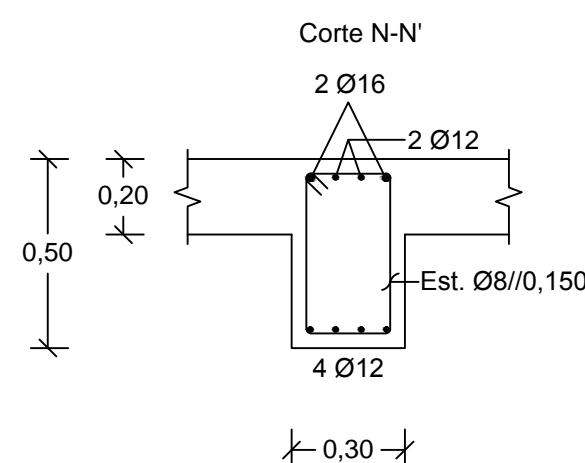
Escala  
1:20



Escala 1:20



Escala 1:20



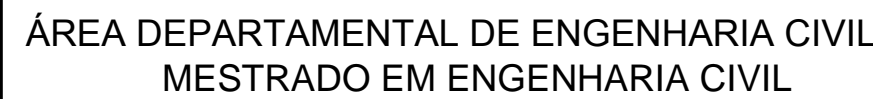
BETÃO:

NP EN206-1	C30/37	XS1(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=45
NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=35
NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=50
NP EN206-1	C12/15	X0(pt)		Dmax20 S4	

c - Recobrimento nominal (mm)

Armaduras ordinárias

A500 NR SD



## Betão Armado

Vigas 22/28

DESENHO N.º 1

46

Formato A1

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

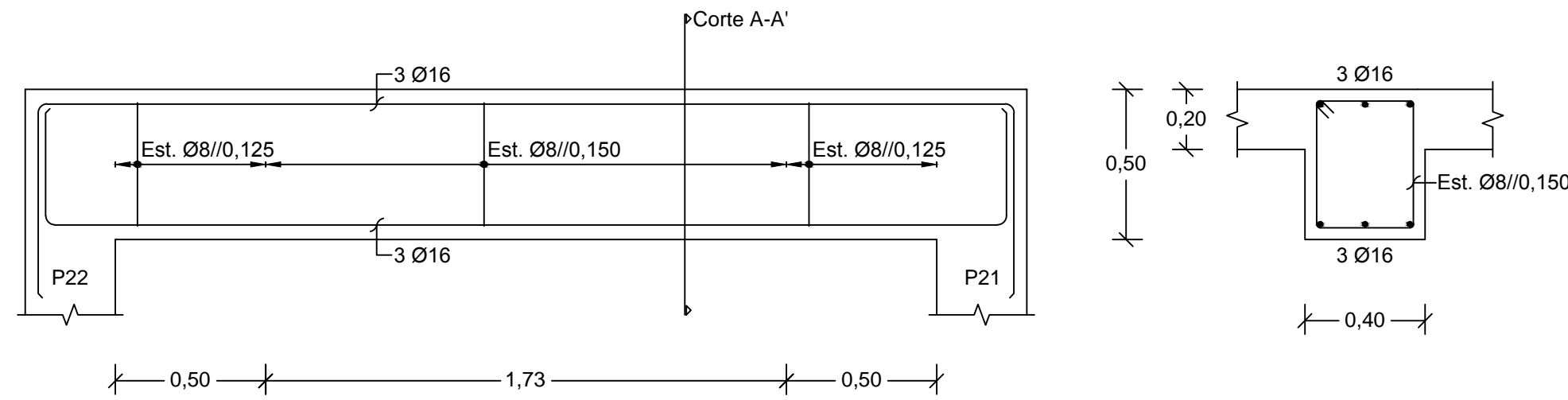
Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (l0)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

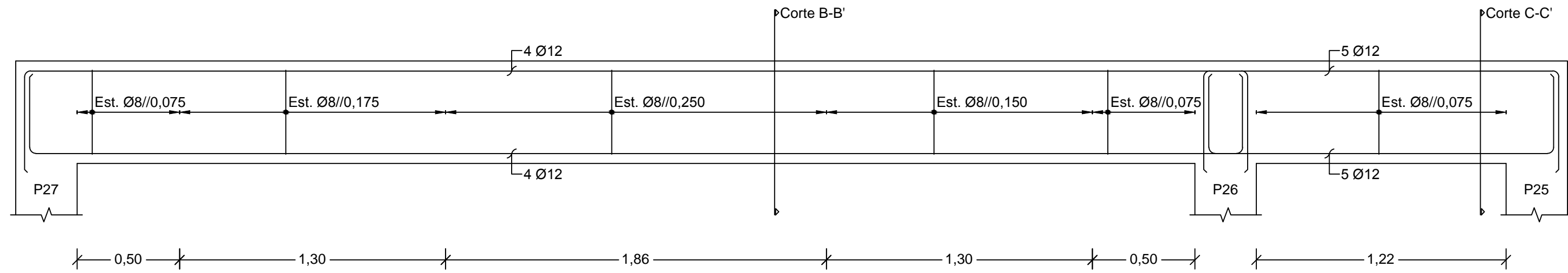
V15.2 = V16.2  
Escala 1:20

V15.2 = V16.2

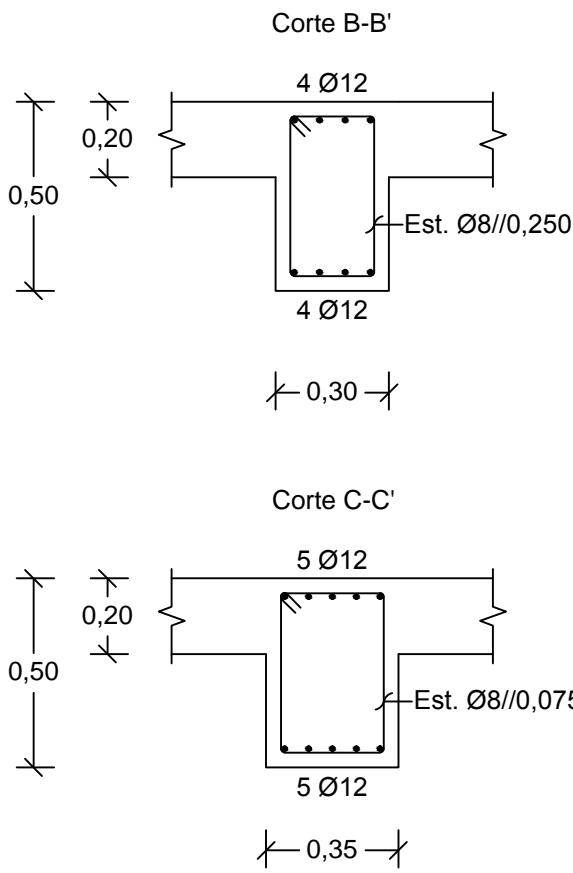


V17.2 E V18.2  
Escala 1:20

V18.2

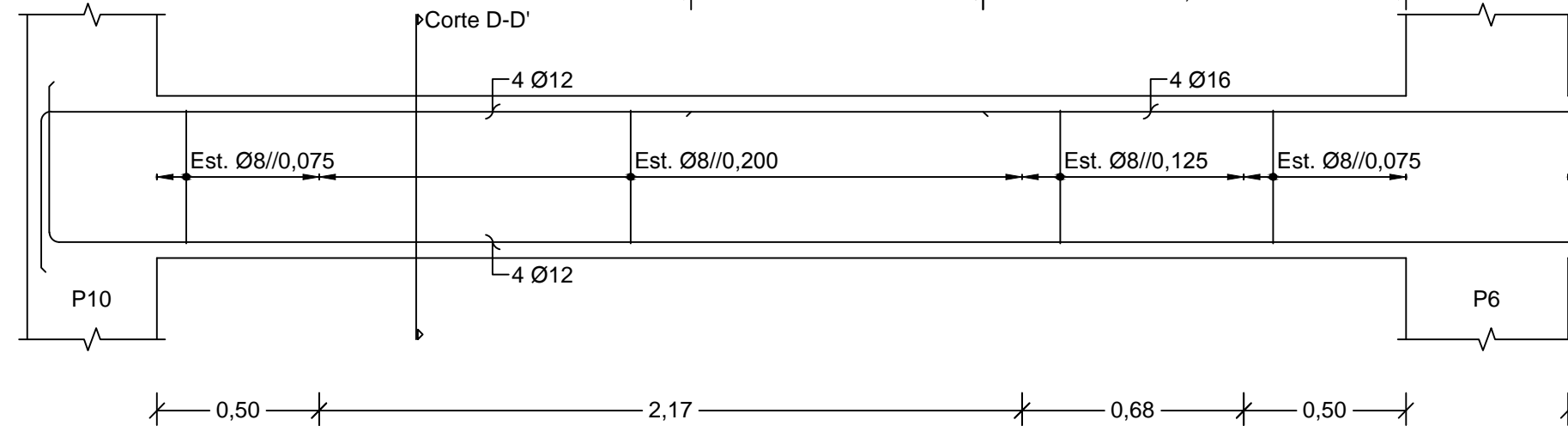


V17.2

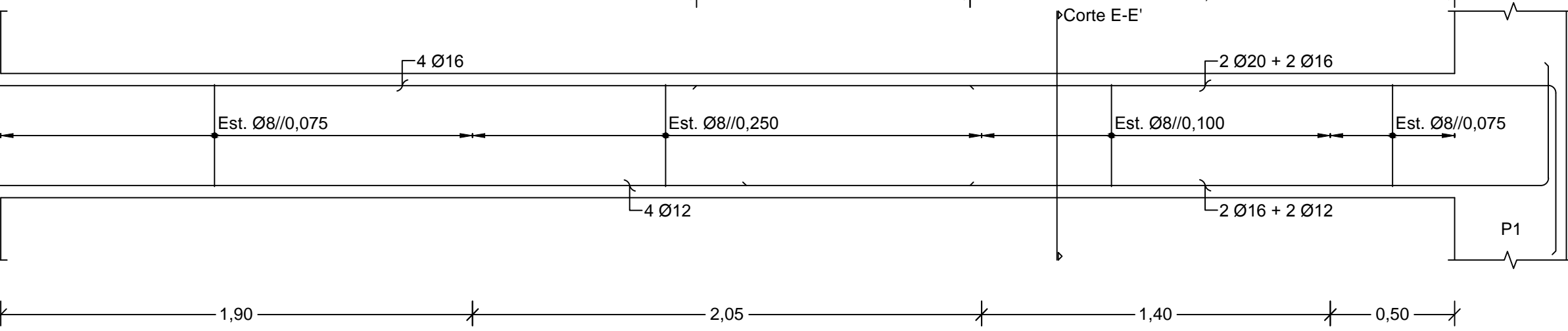


V19.2 E V24.2  
Escala 1:20

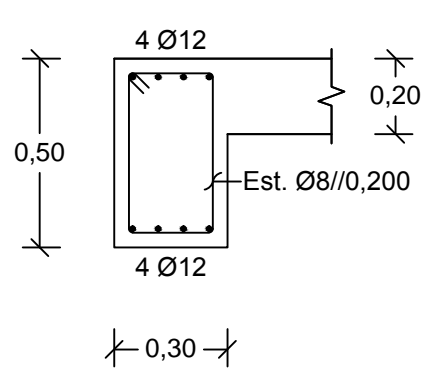
V24.2



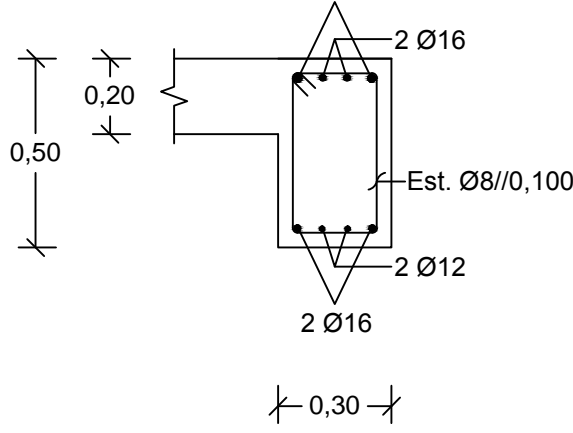
V19.2



Corte D-D'

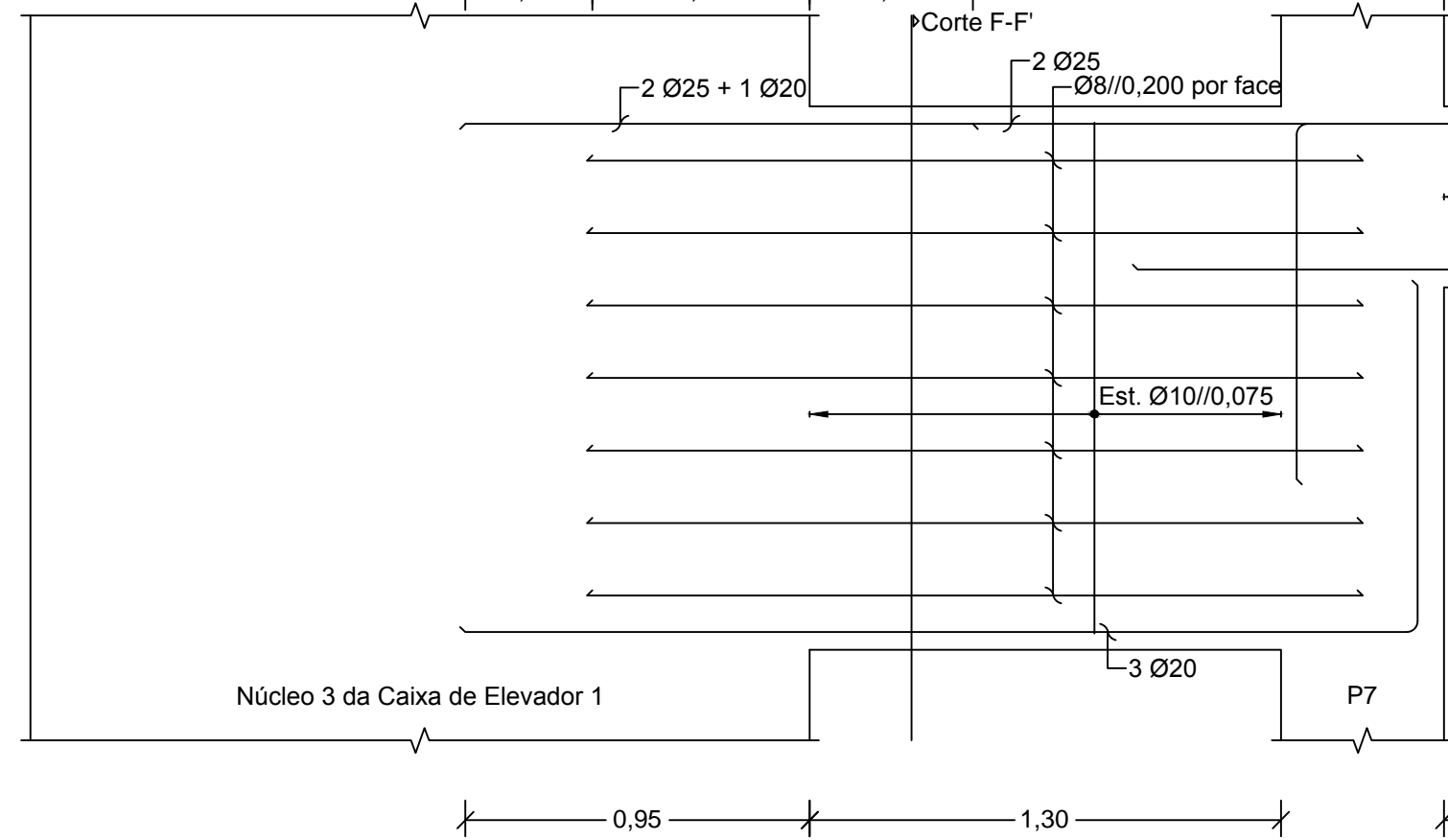


Corte E-E'

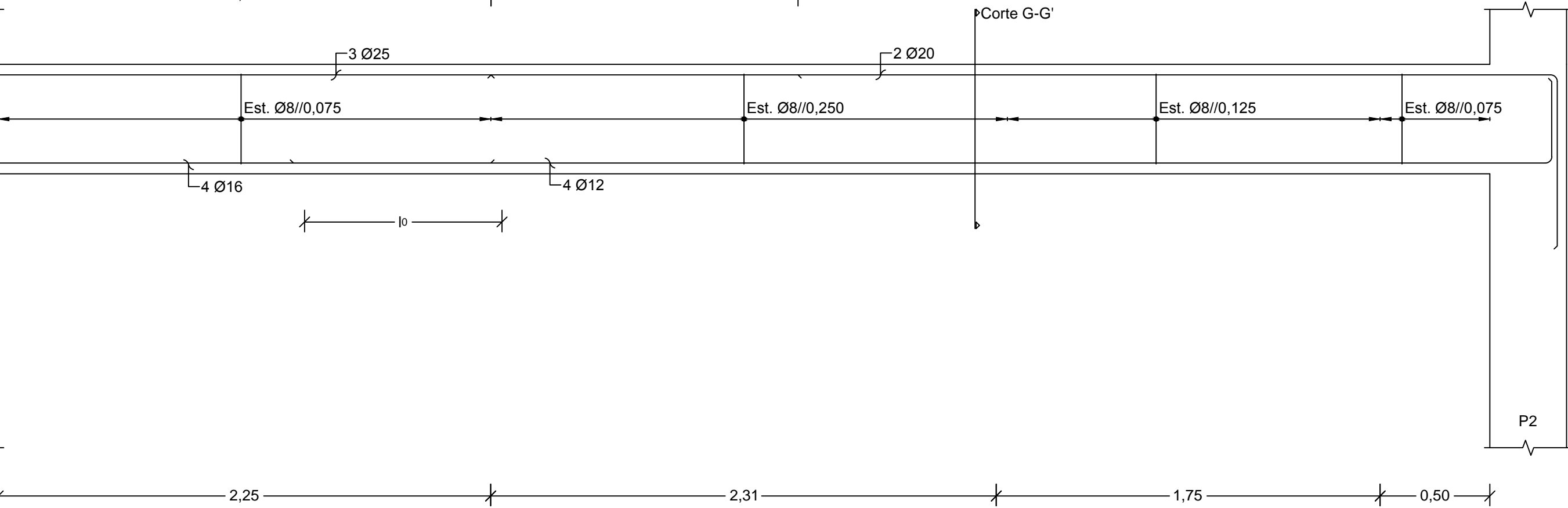


V20.2 E V25.2  
Escala 1:20

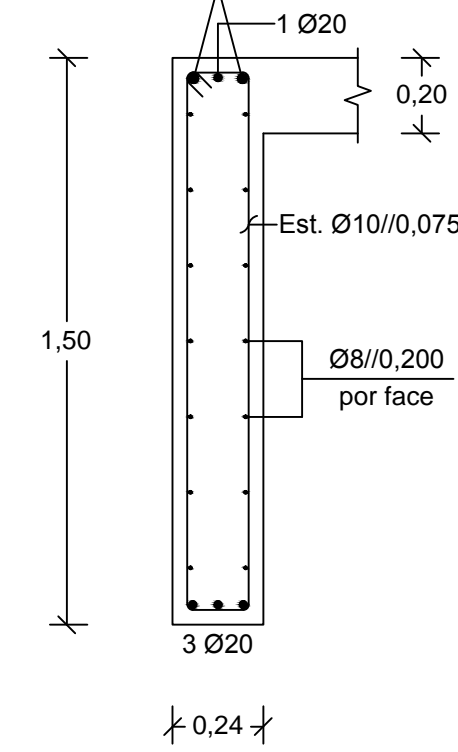
V25.2



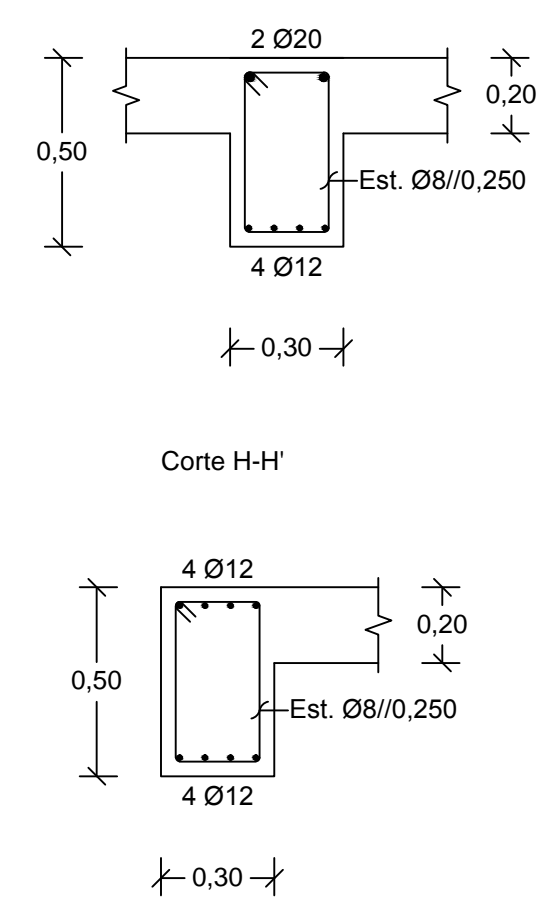
V20.2



Corte F-F'

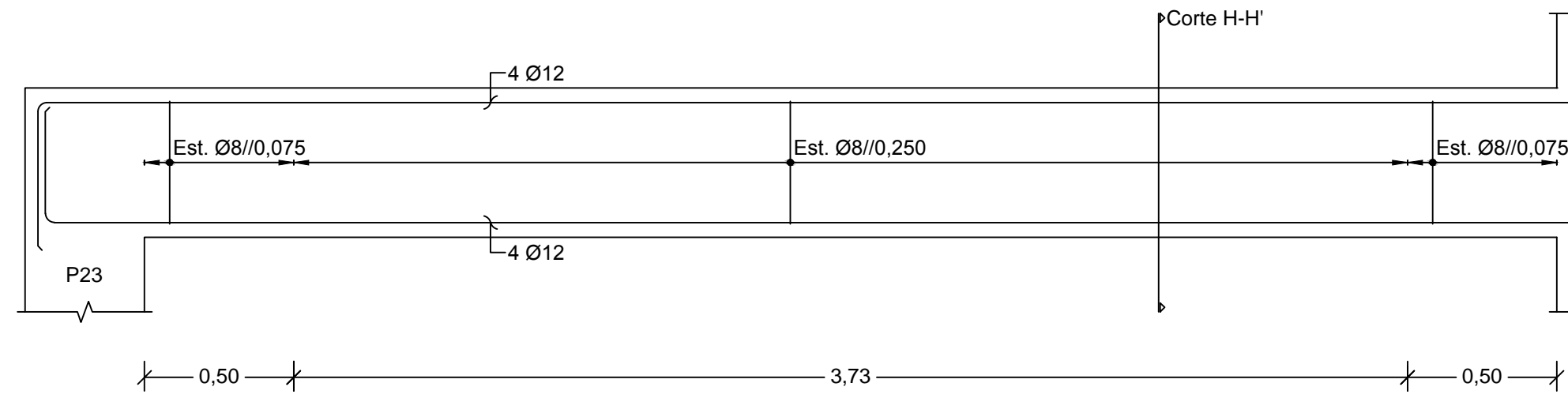


Corte G-G'

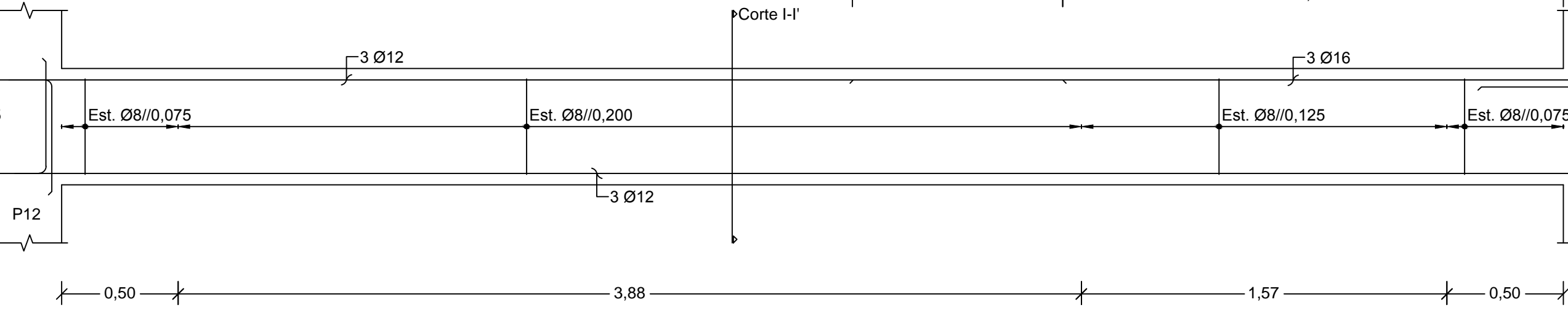


V27.2 E V34.2  
Escala 1:20

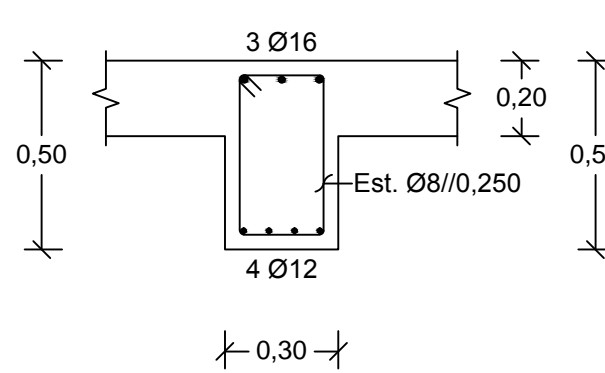
V34.2



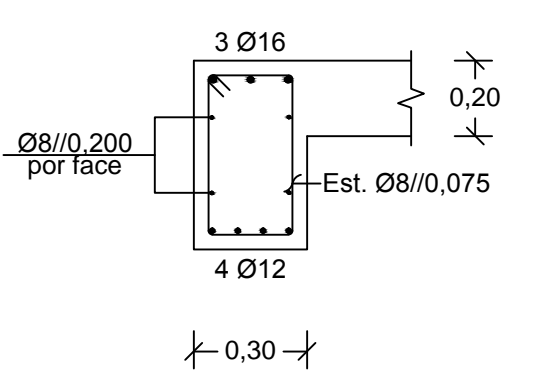
V27.2



Corte J-J'

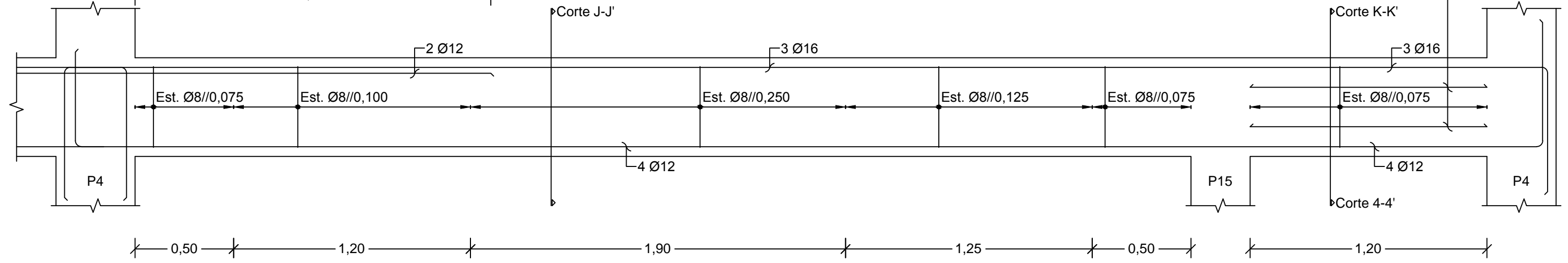


Corte K-K'

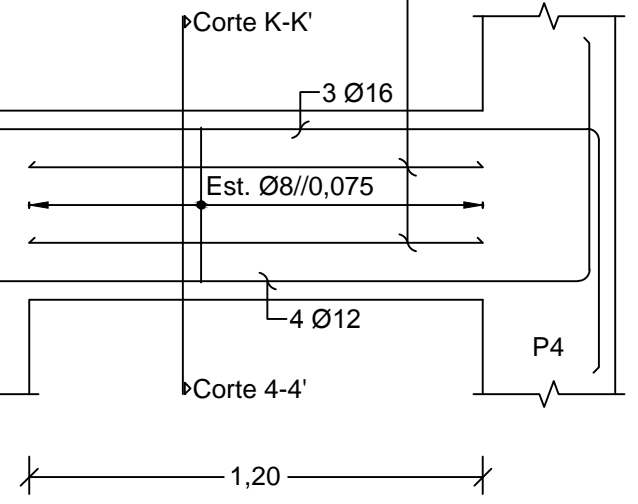


V21.2 E 37.2  
Escala 1:20

V21.2



V37.2



### MATERIAIS

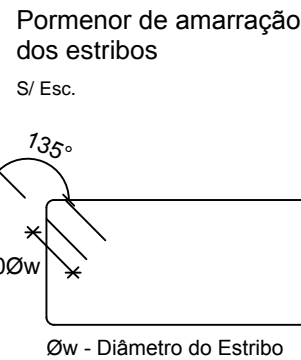
BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:


Armaduras ordinárias A500 NR SD



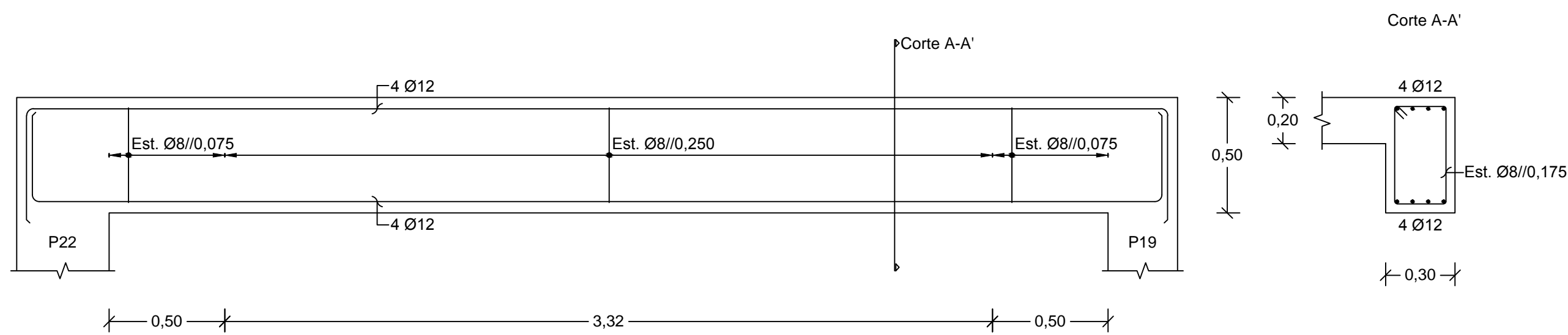
Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

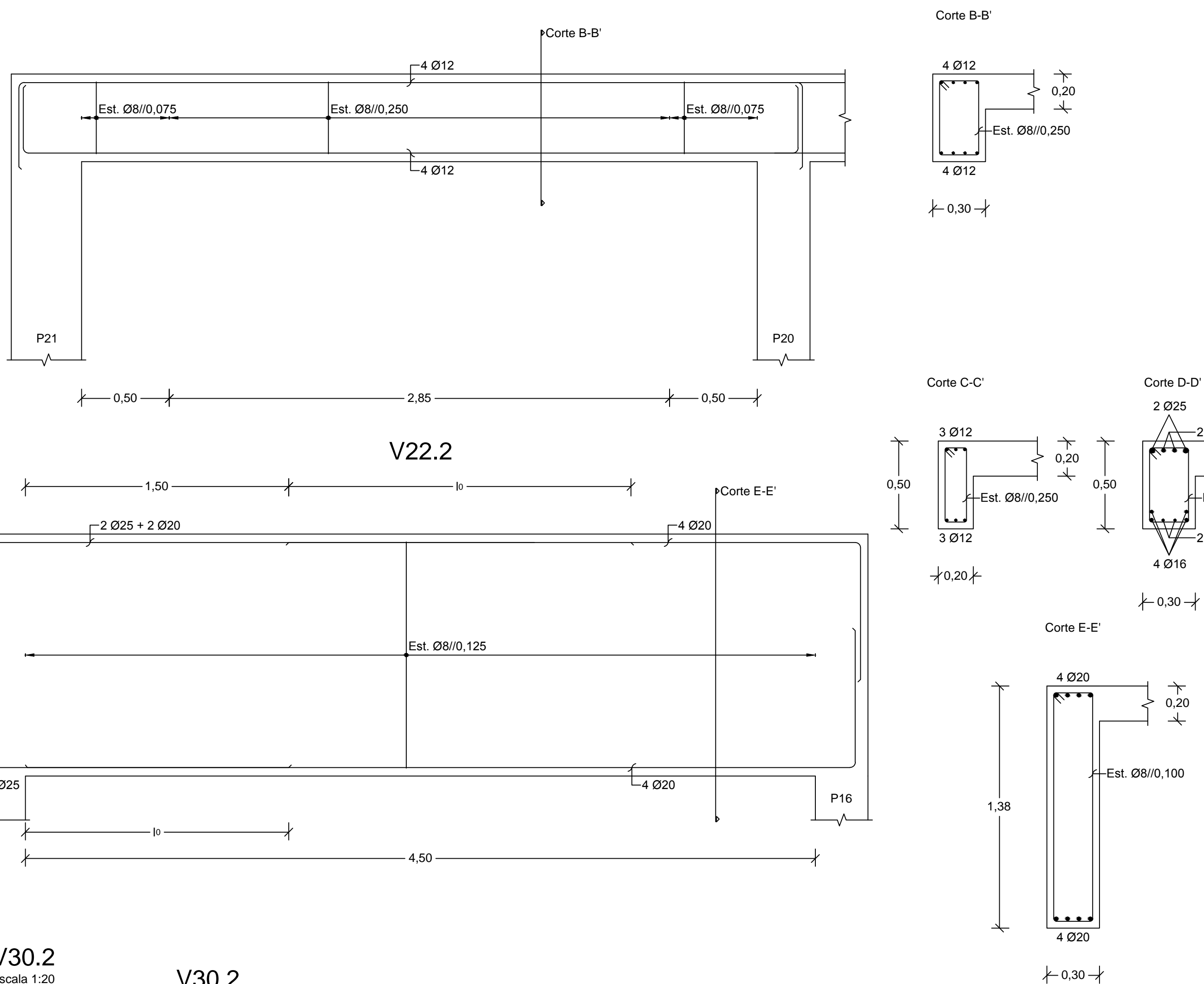
d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

 <b>ISEL</b> Instituto Superior de Engenharia de Lisboa	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/20
Dezembro de 2014	Betão Armado Vigas 23/28	DESENHO N.º 47
		Formato A1

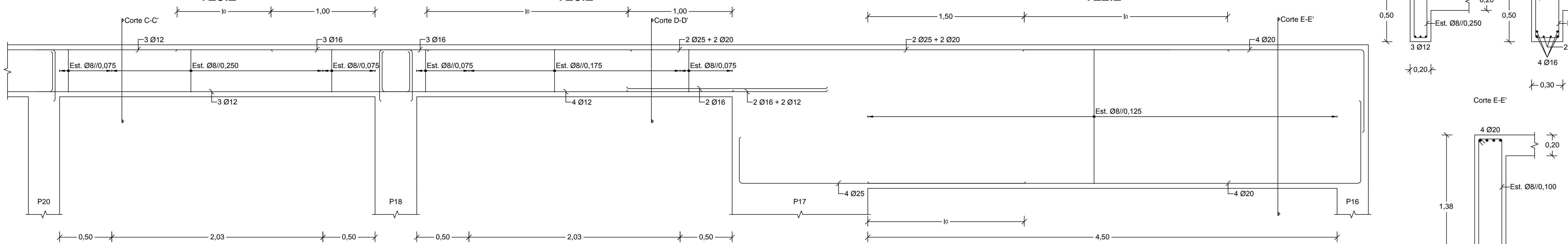
V35.2  
Escala 1:20



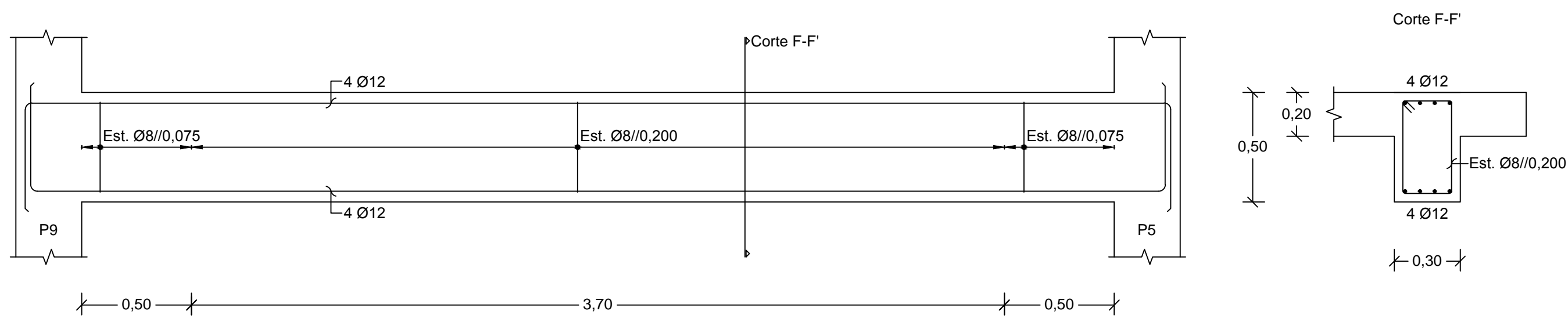
V36.2  
Escala 1:20



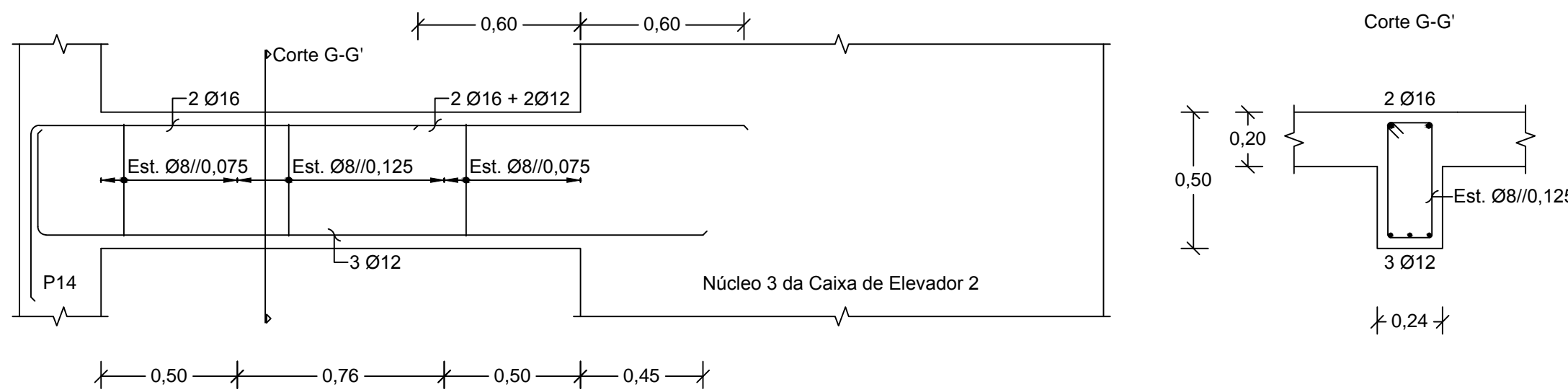
V22.2, V26.2 E V28.2  
Escala 1:20



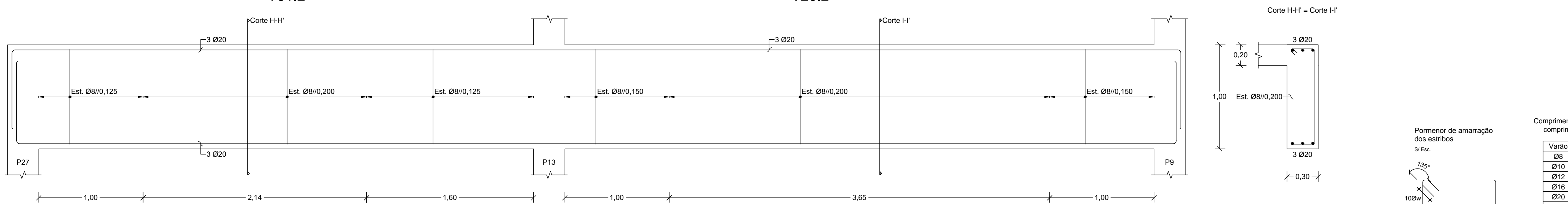
V23.2  
Escala 1:20



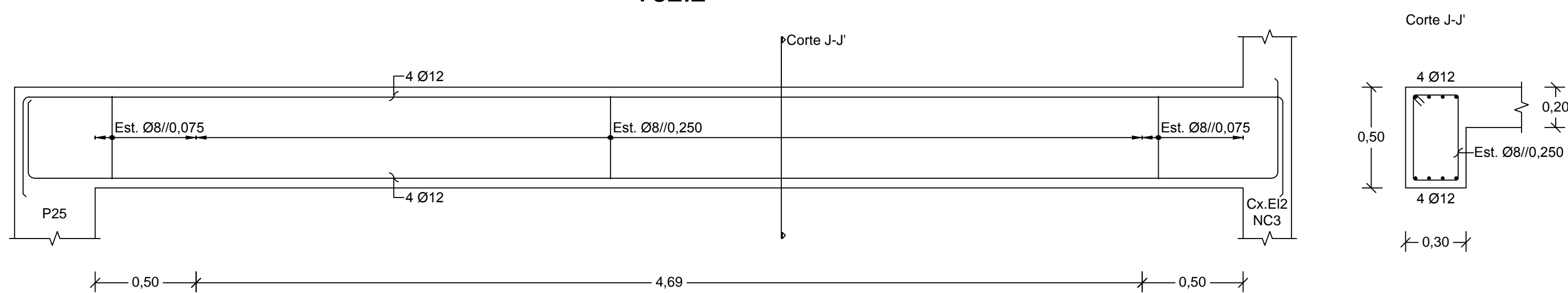
V30.2  
Escala 1:20



V29.2 E V31.2  
Escala 1:20



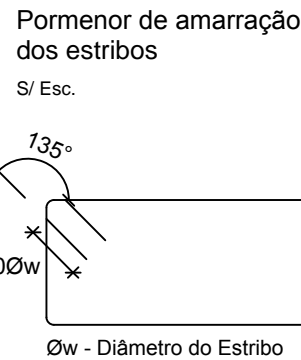
V32.2  
Escala 1:20



MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

Vigas 24/28

DESENHO N.º

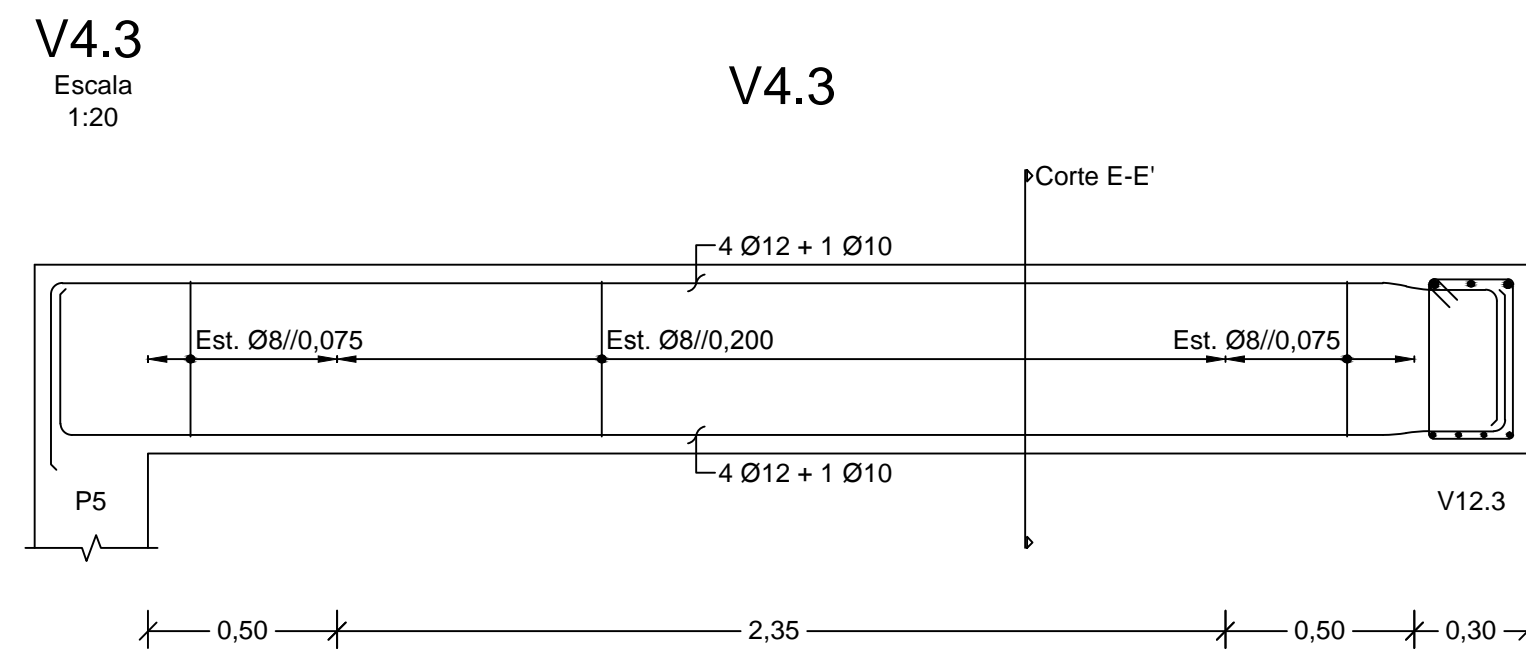
48

Formato A1

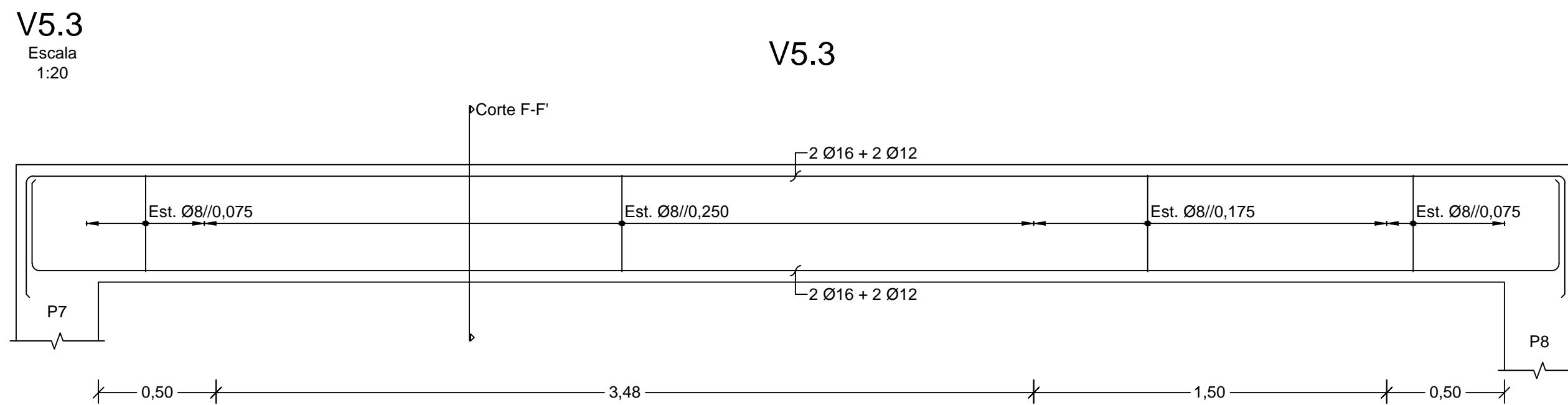
Dezembro de 2014



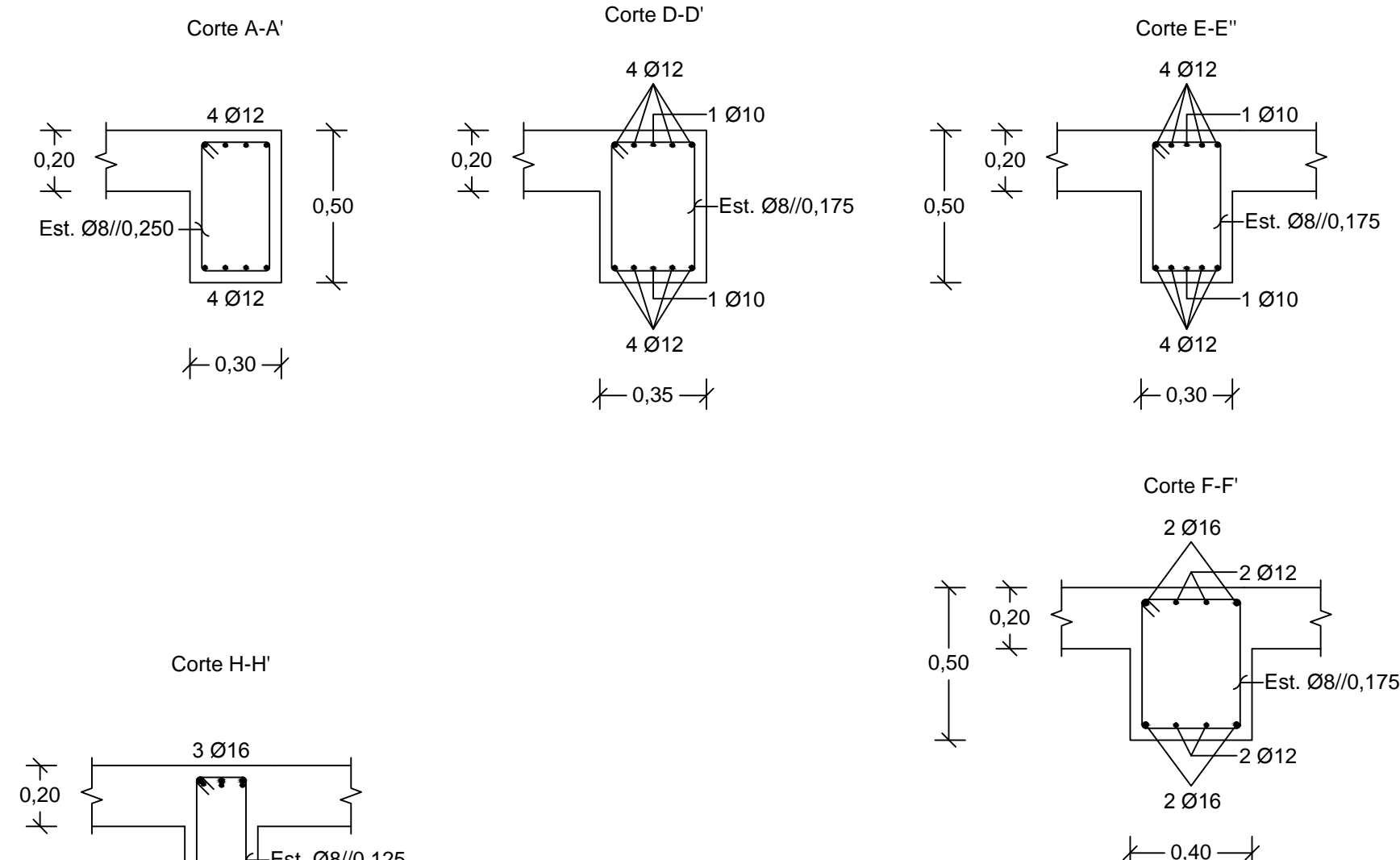
Escala 1:20



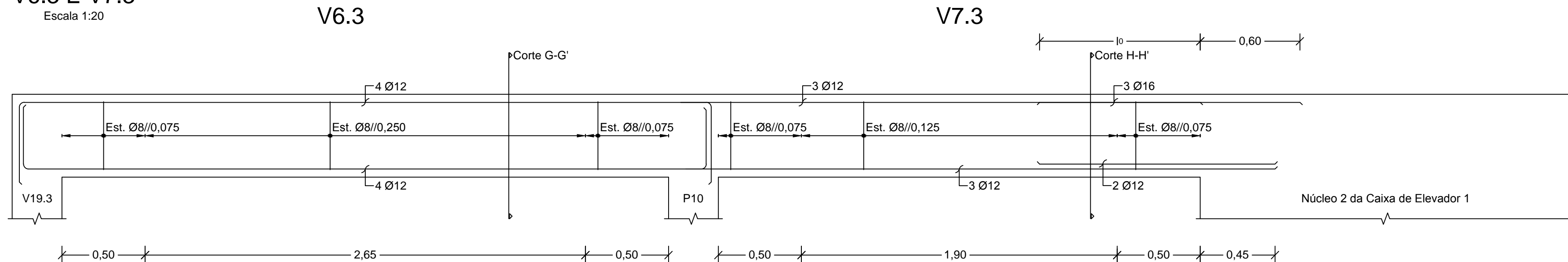
Escala 1:20



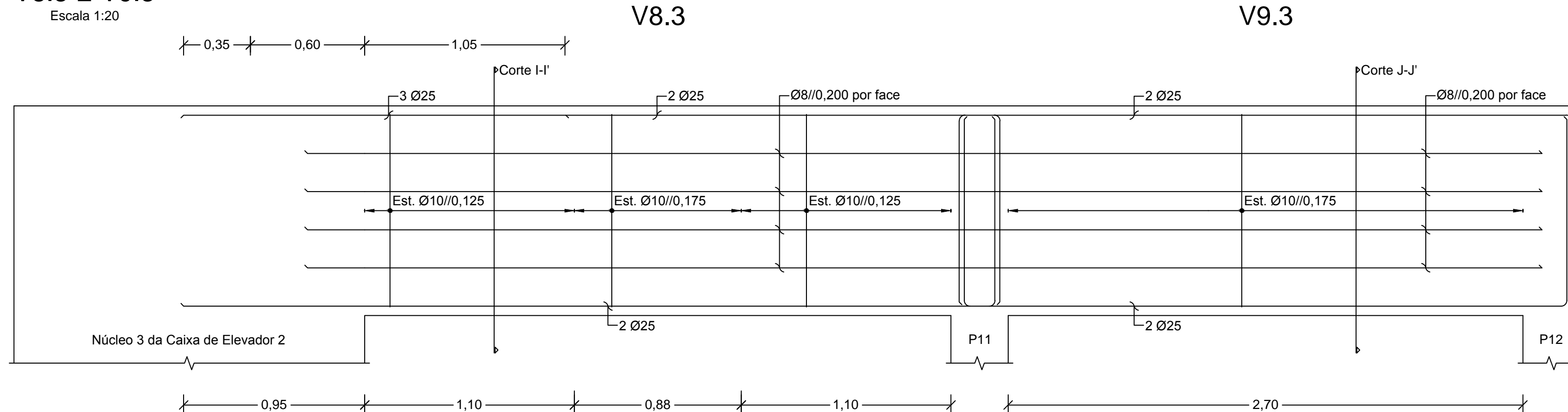
## V3.3



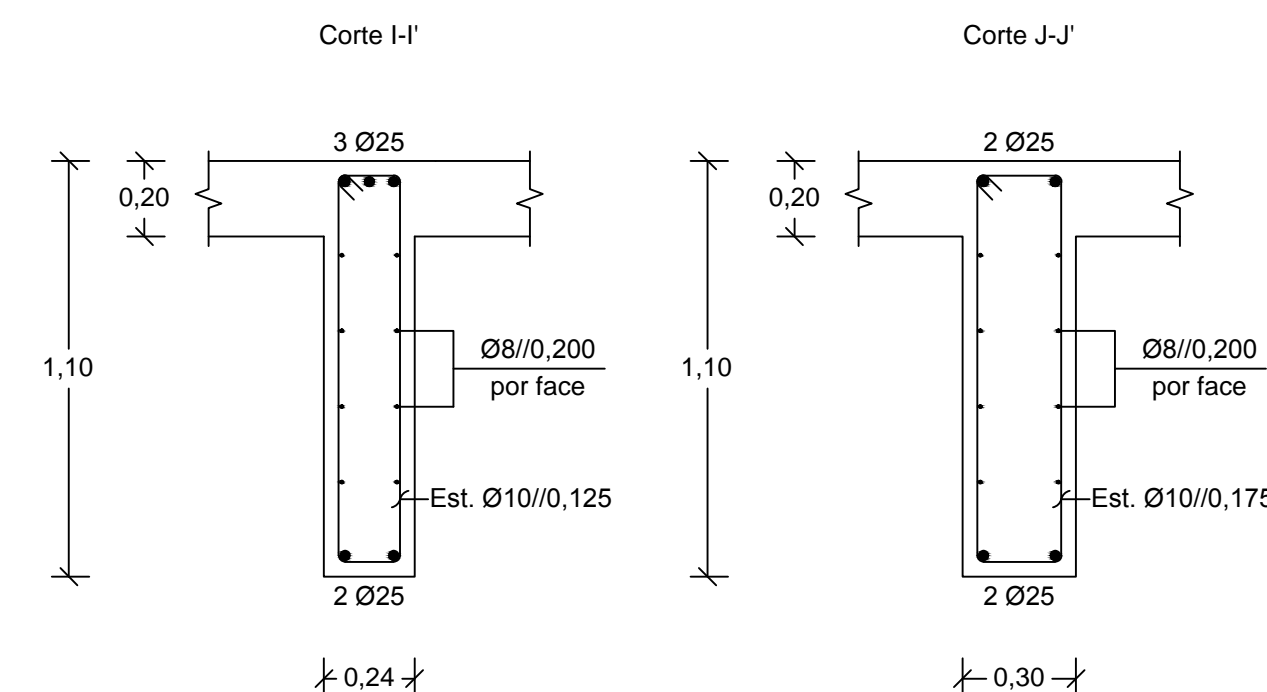
Escala 1:20



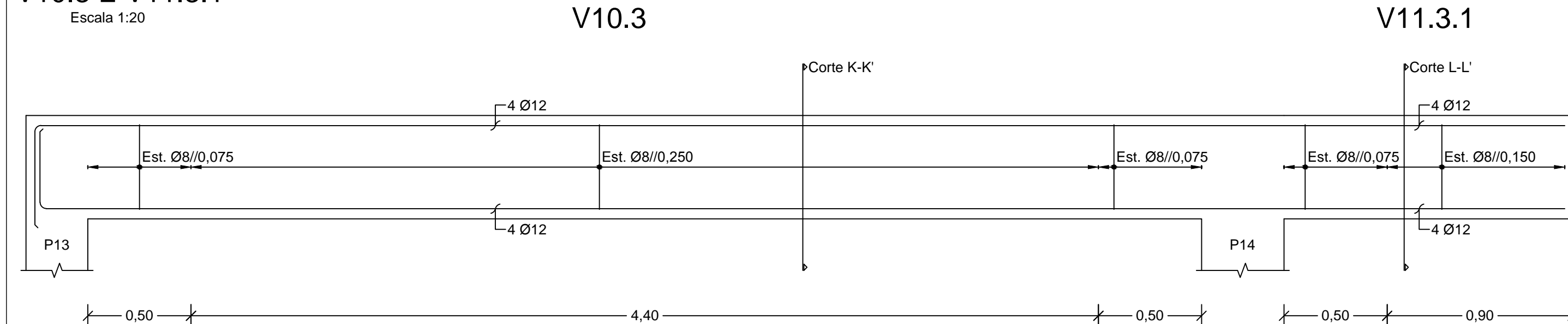
Escala 1:20



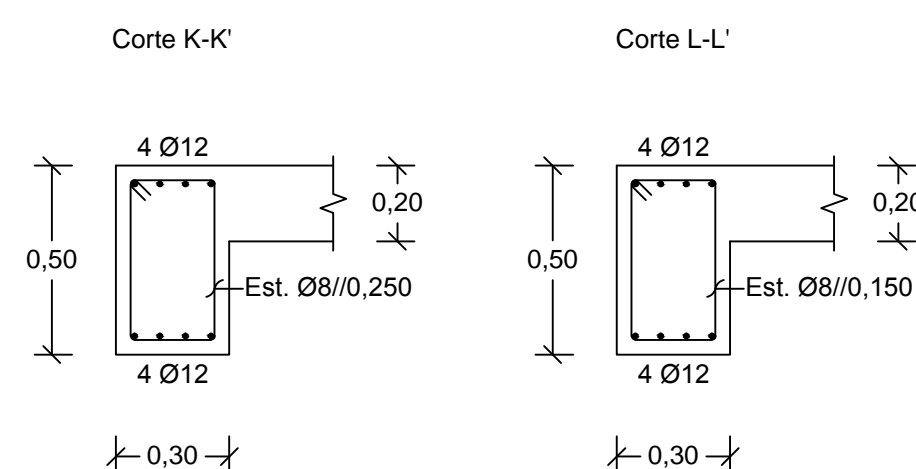
## V9.3



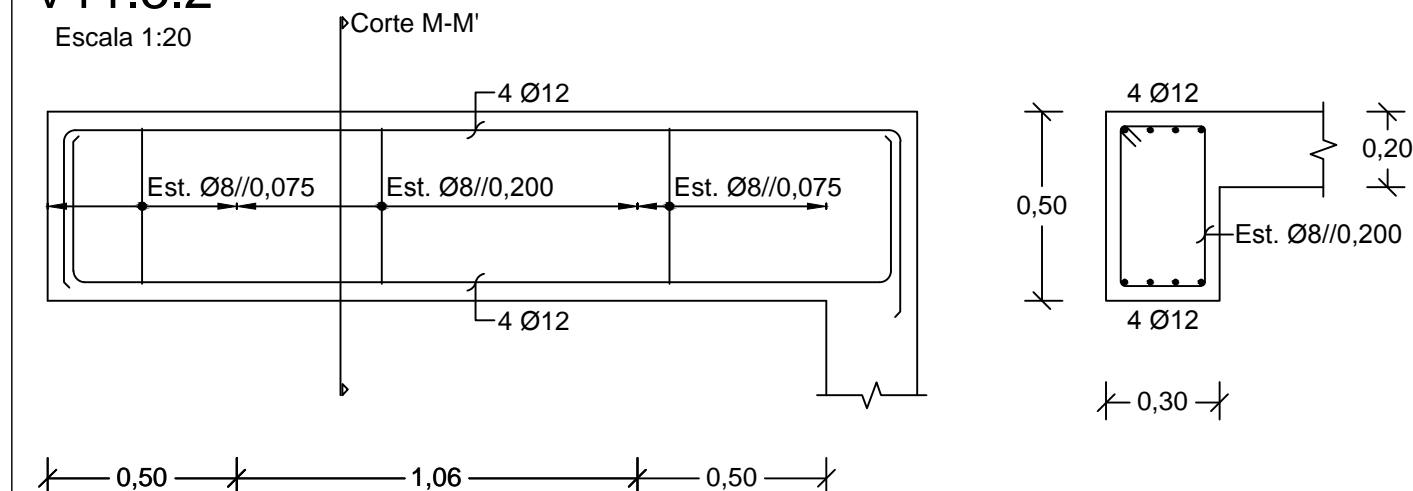
Escala 1:20



## Corte K-K'



Escala 1:20



BETÃO:  
Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

AÇO:  
Armaduras ordinárias      A500 NR SD

**Pormenor de amarração dos estribos**

S/ Esc.

100mm

135°

Øw - Diâmetro do Estribo

**Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (l0)**

Varão	lbd	l0
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões.



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:

N.º 32710

D L L 3314

TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/3

## Betão Armado

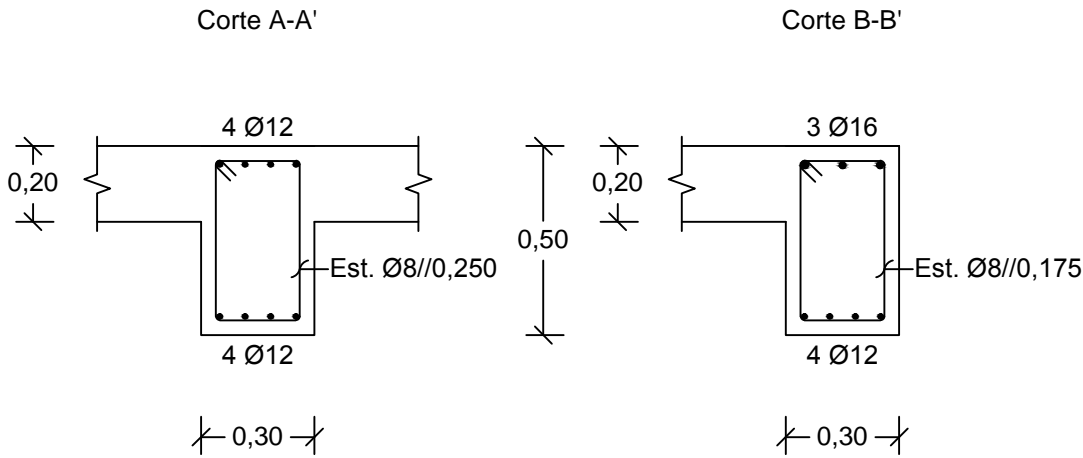
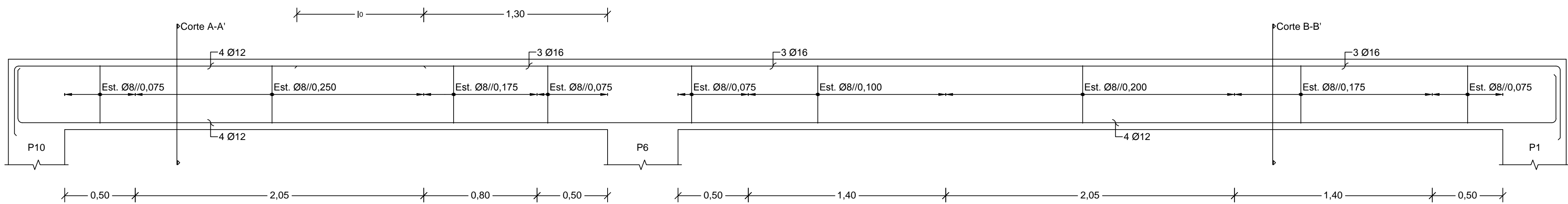
Vigas 25/28

DESENHO M

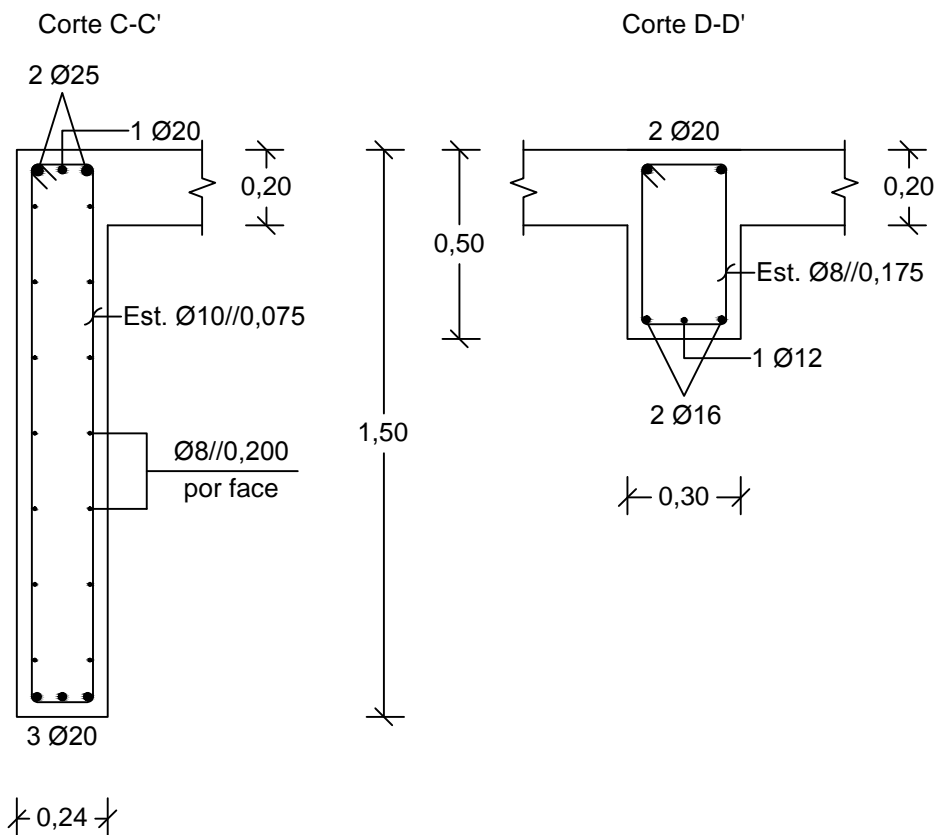
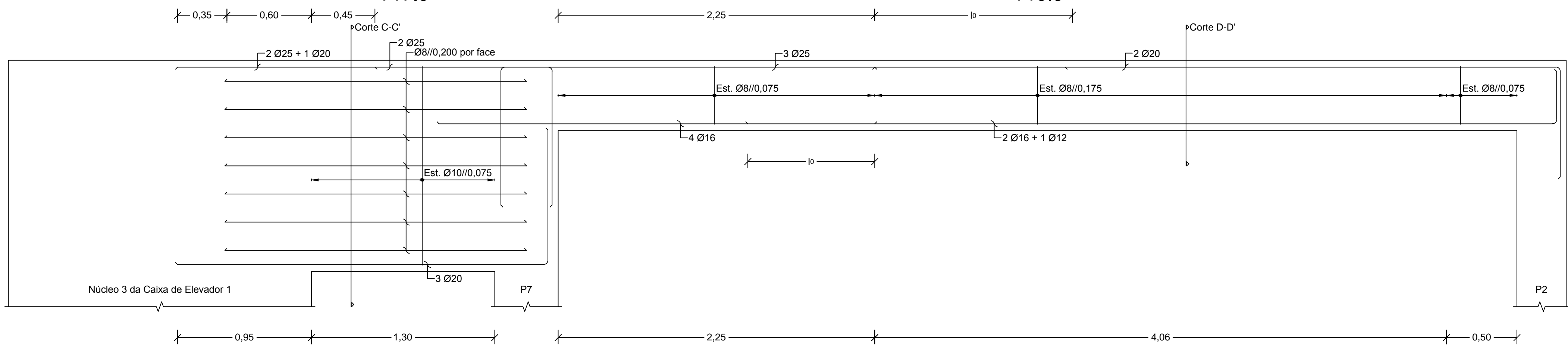
49

Formato A1

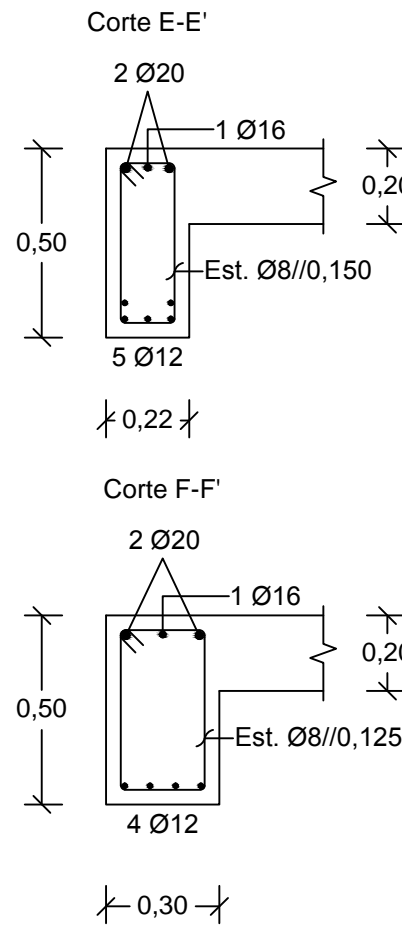
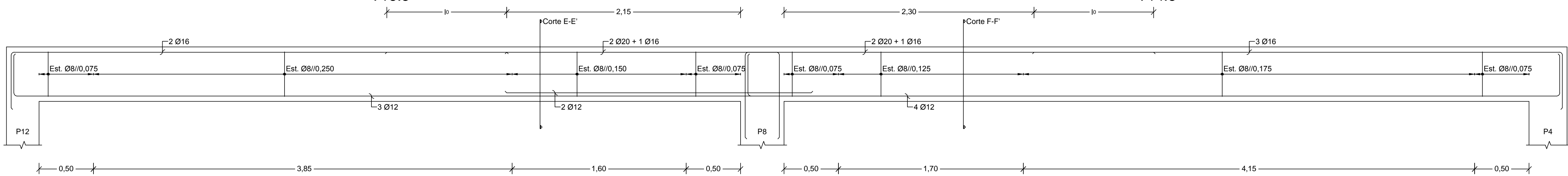
V12.3 E V16.3



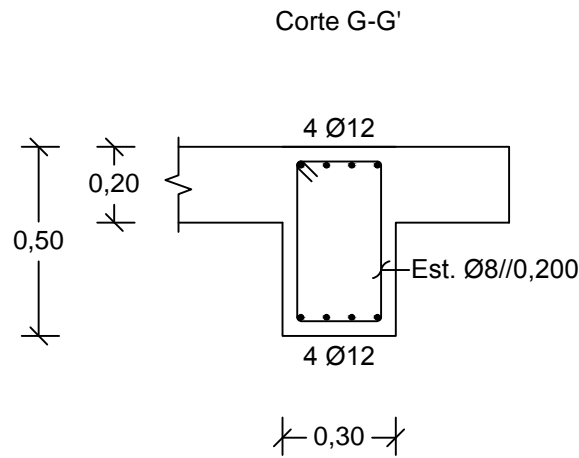
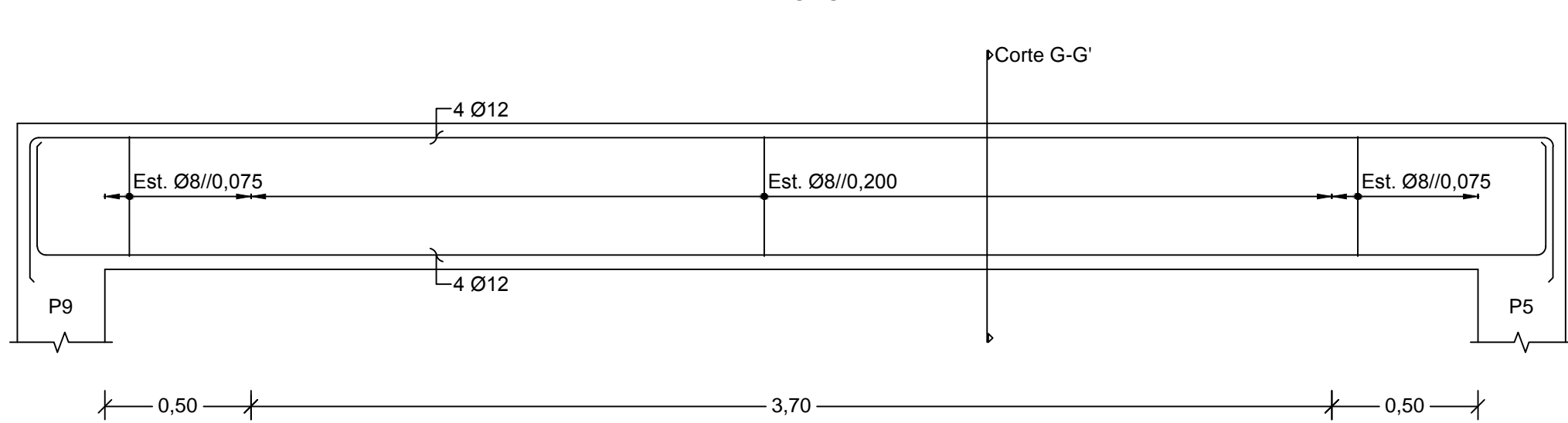
V13.3 E V17.3



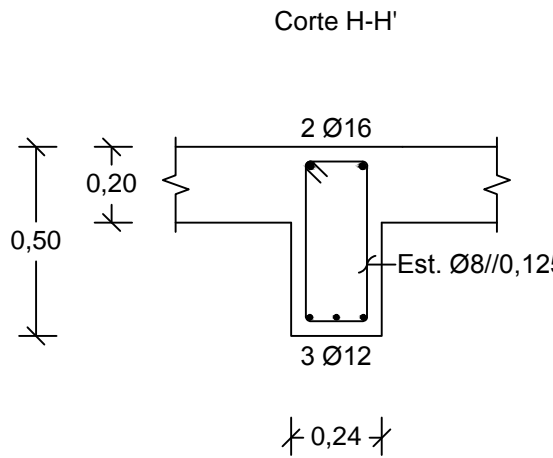
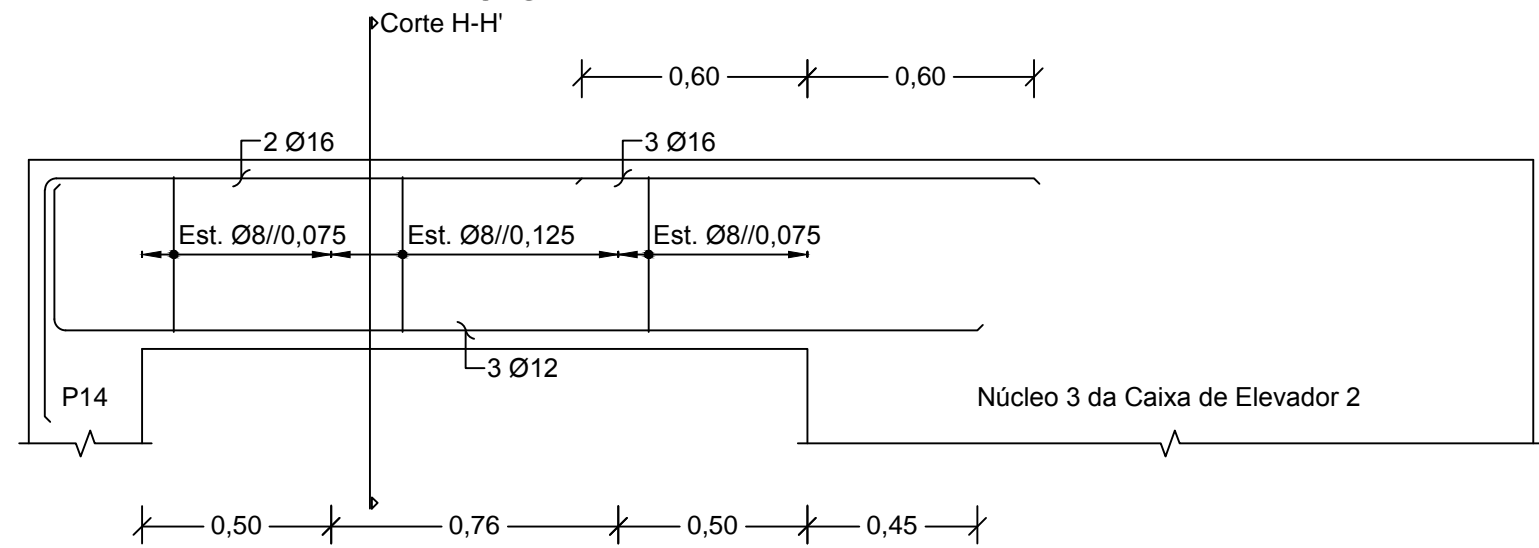
V14.3 E V18.3



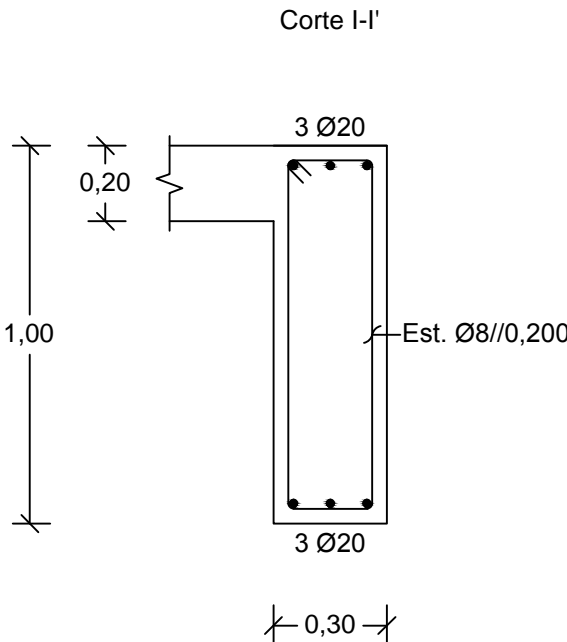
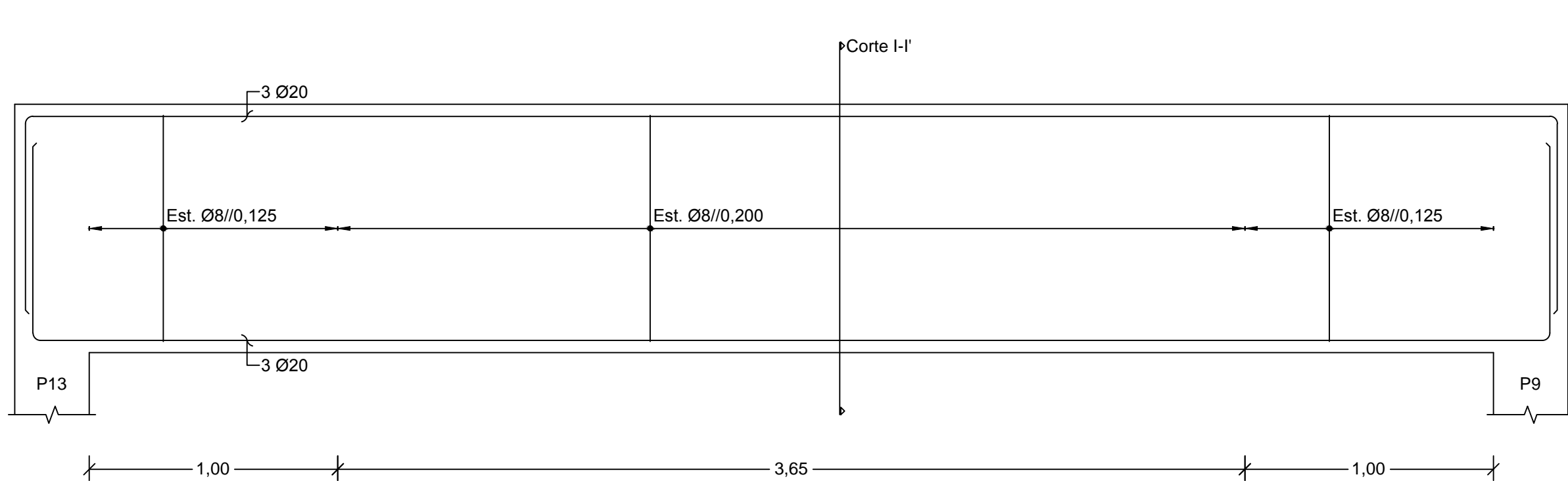
V15.3



V20.3



V19.3



MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45

Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35

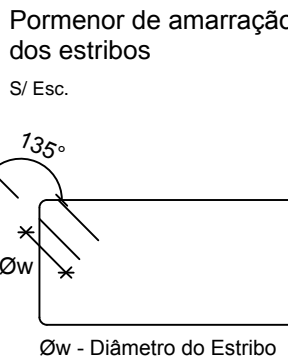
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50

Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4

c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD




Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

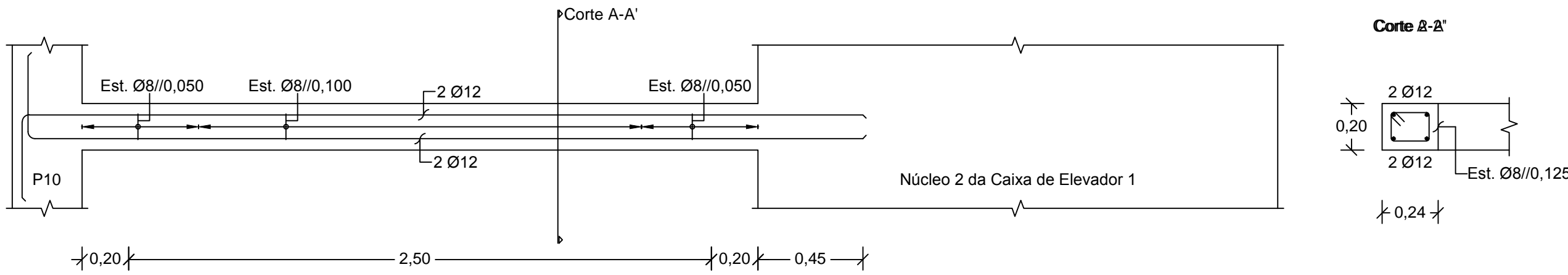
Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm

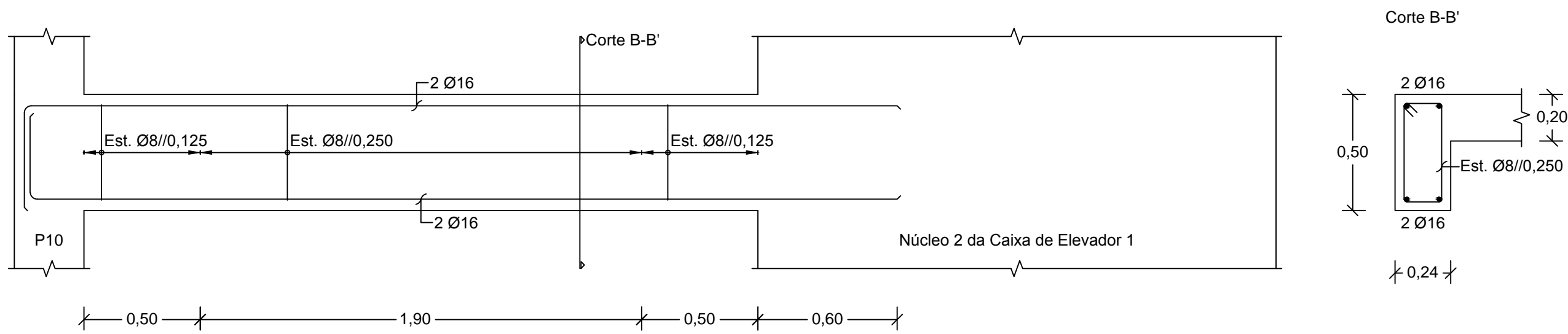
d - Distância entre camadas de varões

 <b>ISEL</b> Instituto Superior de Engenharia de Lisboa	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO
Dezembro de 2014	Betão Armado Vigas 26/28	ESCALA 1/20
		DESENHO N.º 50 Formato A1

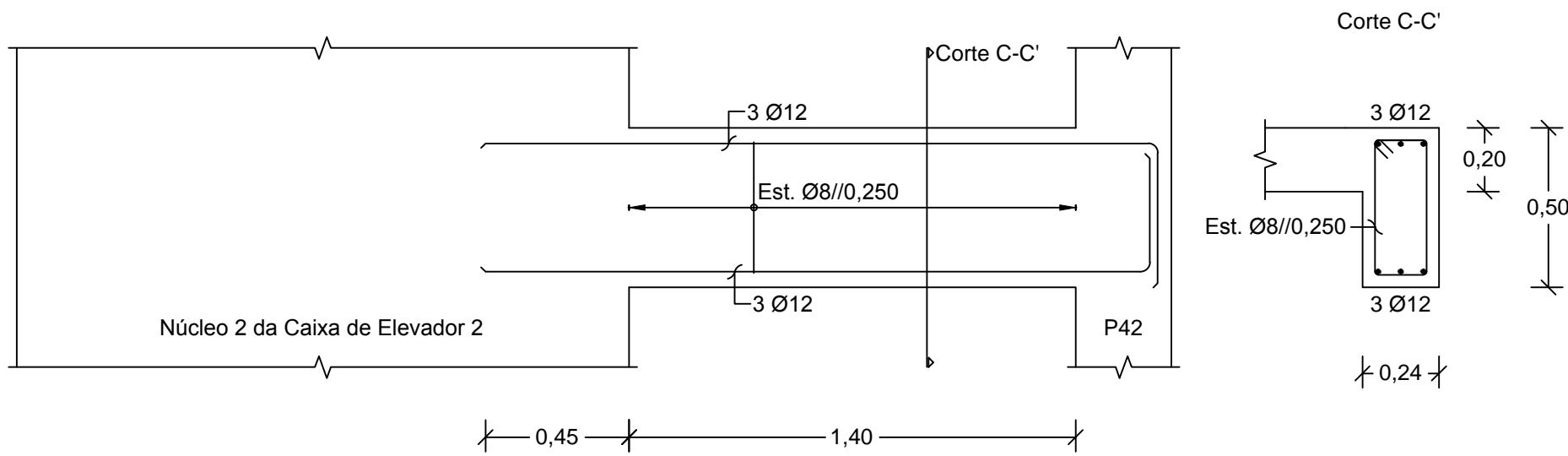
Viga Escadas do Piso 1 para o Piso 2



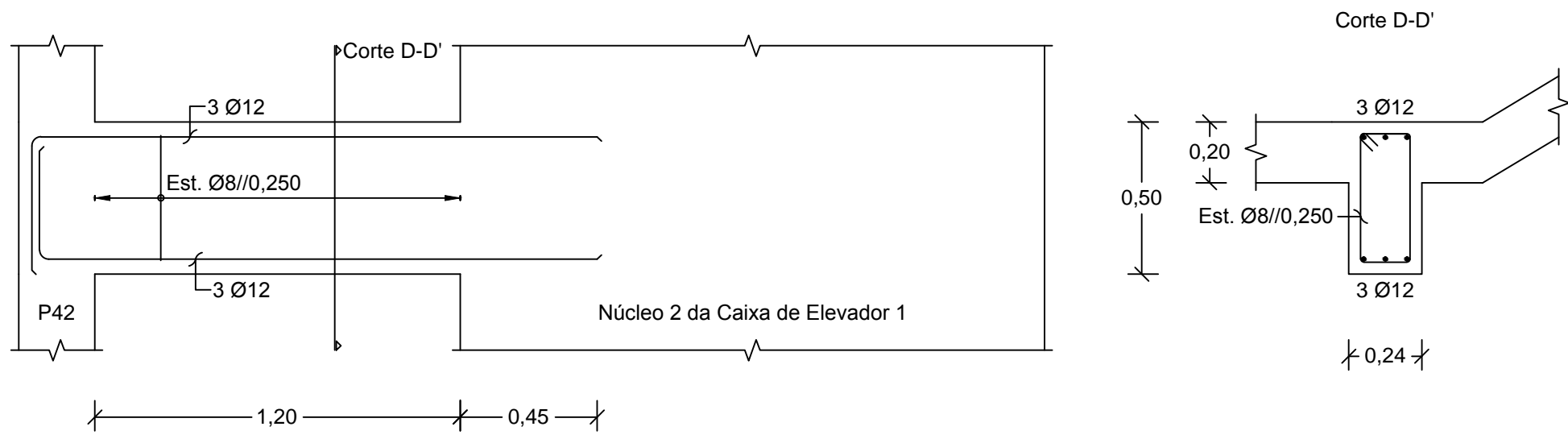
Viga Escadas Piso 0 para o Piso 1



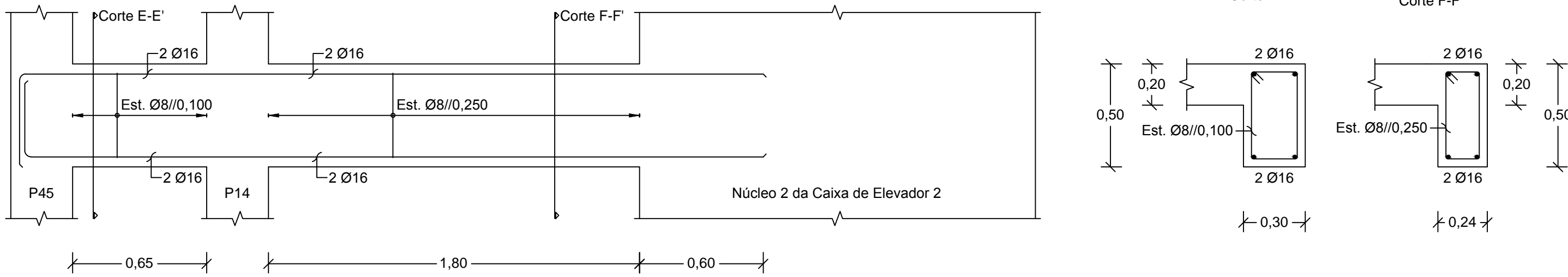
Viga Escadas do Piso -1 para o Piso 0 ( Direcção Y )



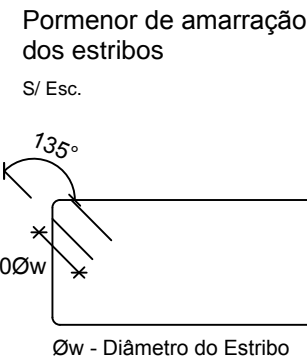
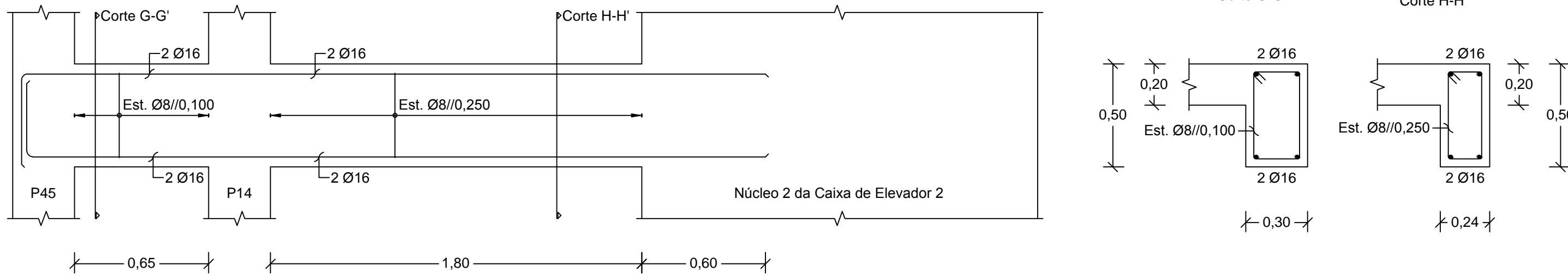
Viga Escadas do Piso -1 para o Piso 0 ( Direcção X )



Vigas Escadas do Piso -2 para o Piso -1



Vigas Escadas do Piso -3 para o Piso -2



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

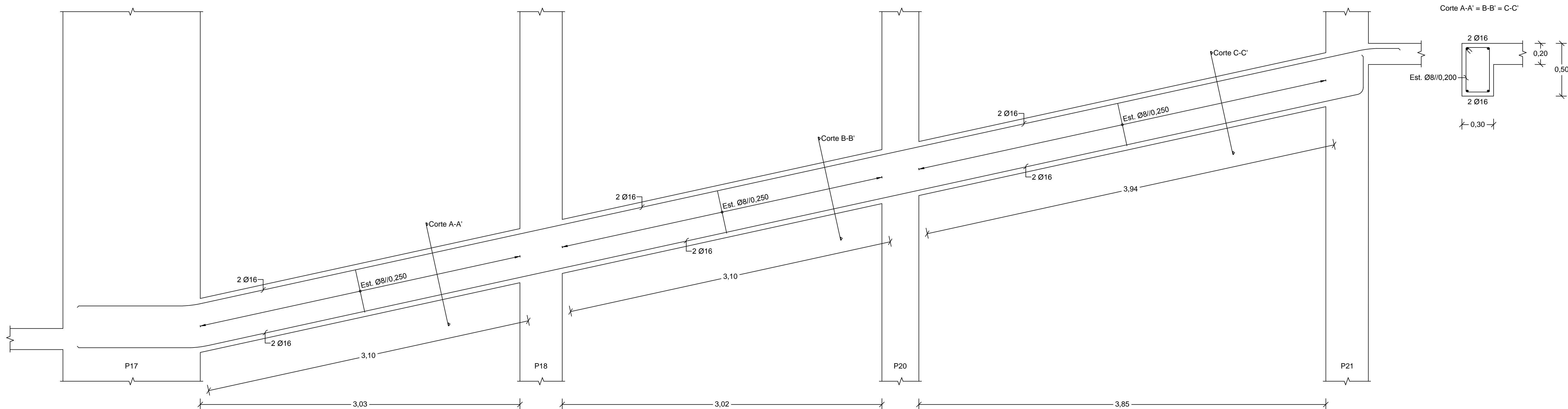
Vigas 27/28

DESENHO N.º

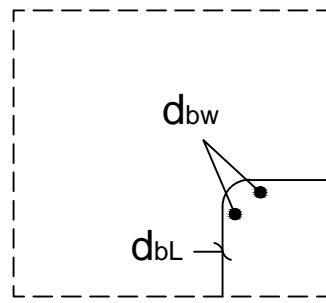
51

Formato A1

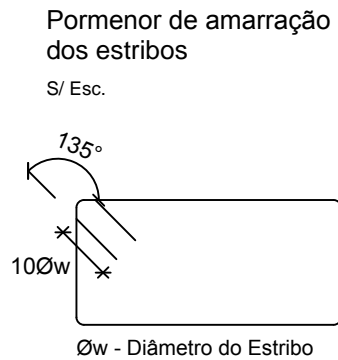
Vigas Rampas de acesso às garagens (Geral)



Disposição complementar para a amarração dos varões longitudinais das vigas nos nós viga-pilar



d <sub>bL</sub>	d <sub>bw</sub>	
	Nó interior	Nó exterior
Ø8	N necessário	N necessário
Ø10	N necessário	N necessário
Ø12	N necessário	N necessário
Ø16	Ø10	N necessário
Ø20	Ø16	Ø16
Ø25	Ø16	Ø16



Comprimento de amarração (l<sub>bd</sub>) e comprimento de emenda (l<sub>0</sub>)

Varão	l <sub>bd</sub>	l <sub>0</sub>
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

d = 30 mm  
d - Distância entre camadas de varões

MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado

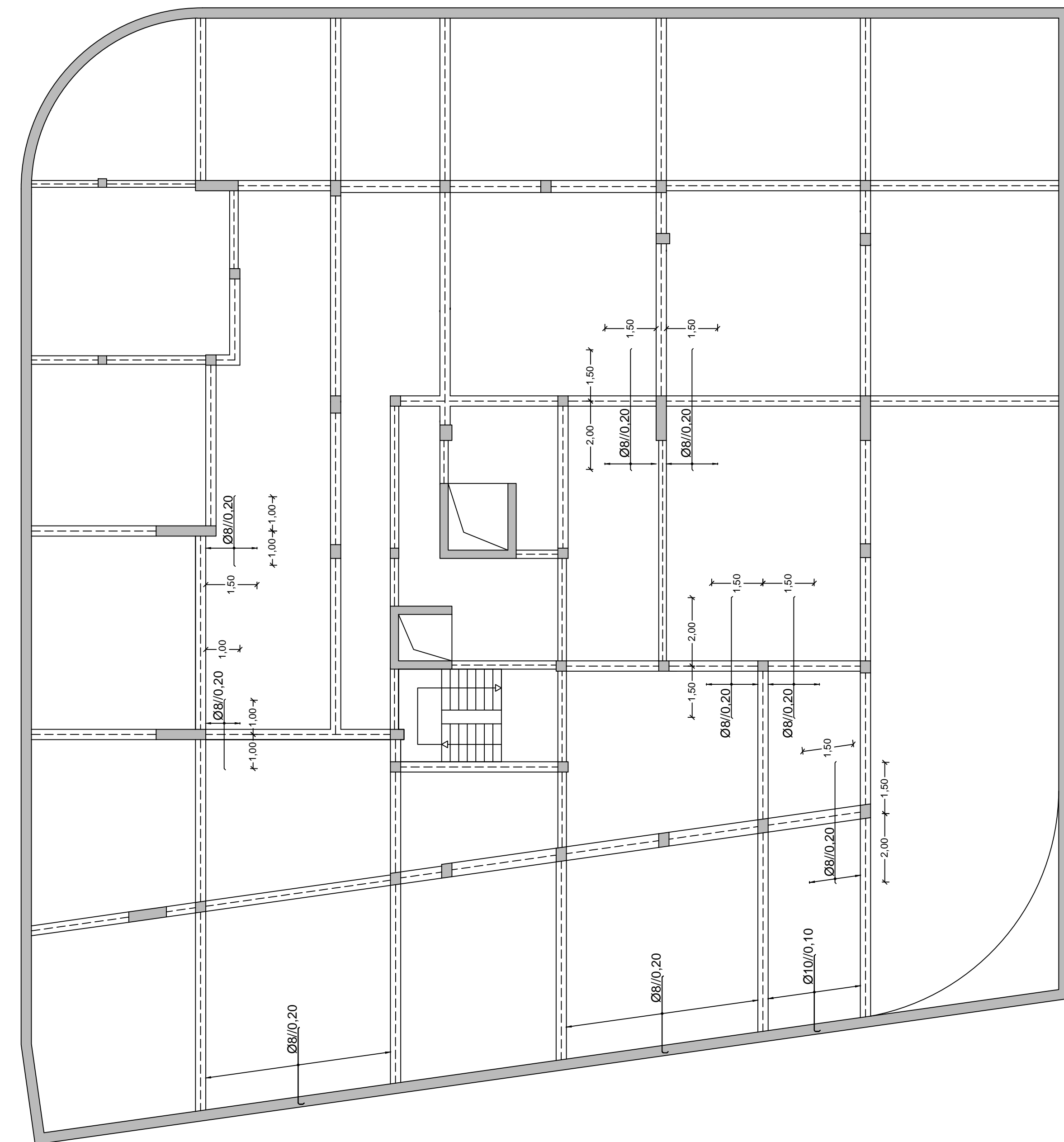
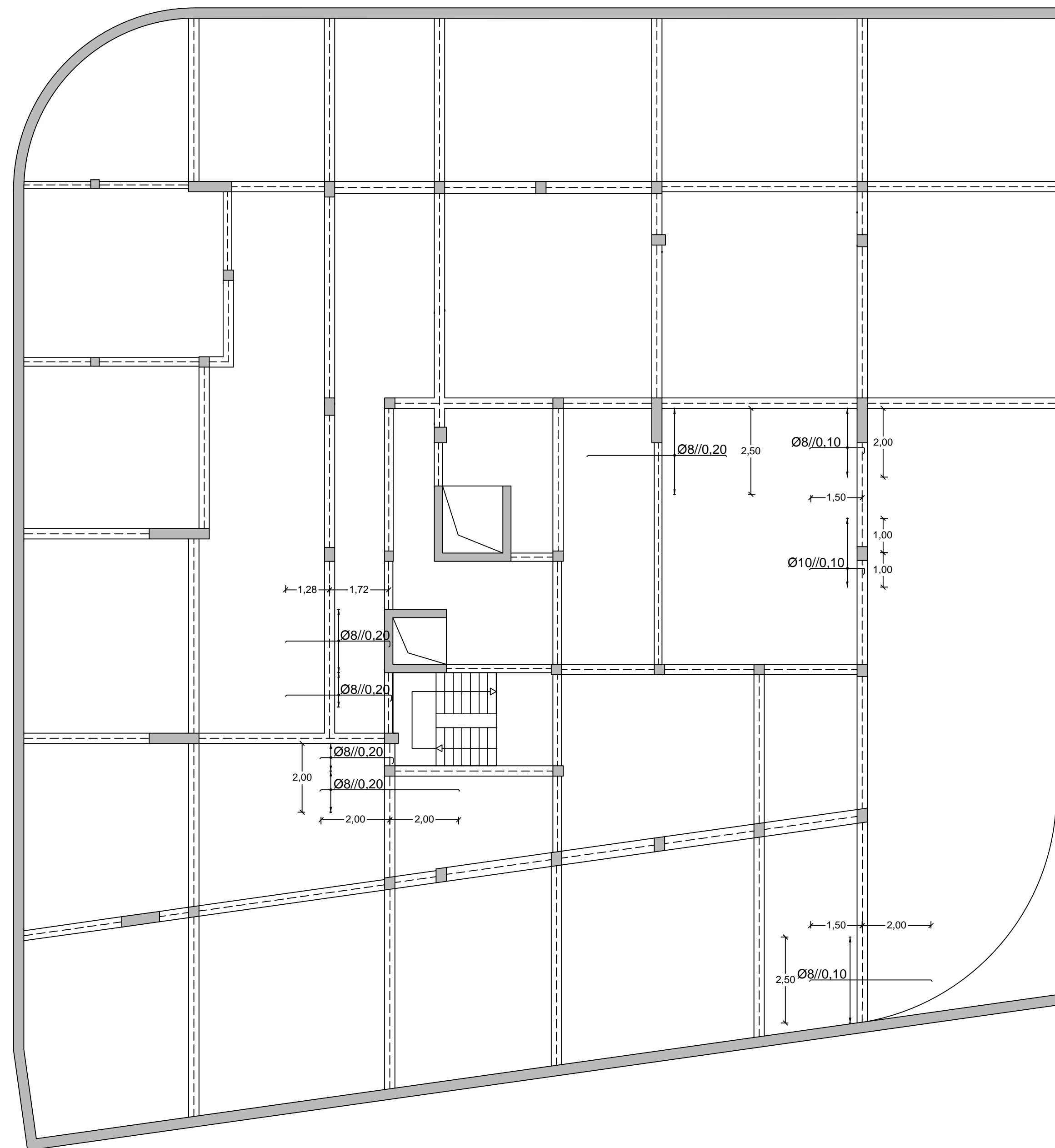
DESENHO N.º

Vigas 28/28

52

Formato A1

Direcção Y



Varão	l <sub>bd</sub>	l <sub>o</sub>
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

BETÃO:						
Em Geral	NP EN206-1	C30/37	XS1(pt)	Cl0.20	Dmax20	S4 c=45
Muros de Contenção	NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	Cl0.20	Dmax20	S4 c=35
Sapatas e V. Fundação	NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	Cl0.20	Dmax20	S4 c=50
Regularização	NP EN206-1	C12/15	X0(pt)		Dmax20	S4
c = Recobrimento nominal (mm)						

A500 NR SD

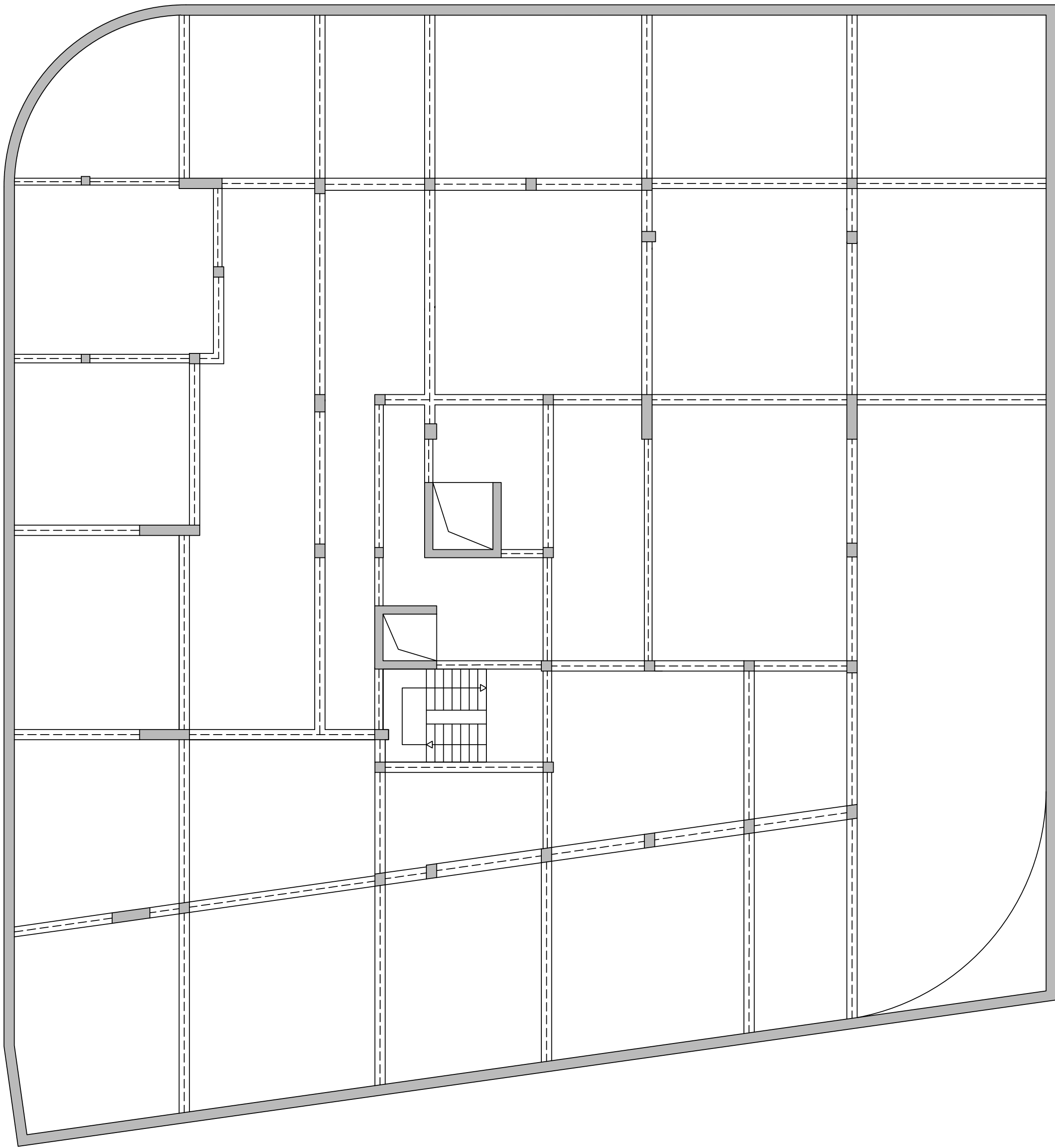
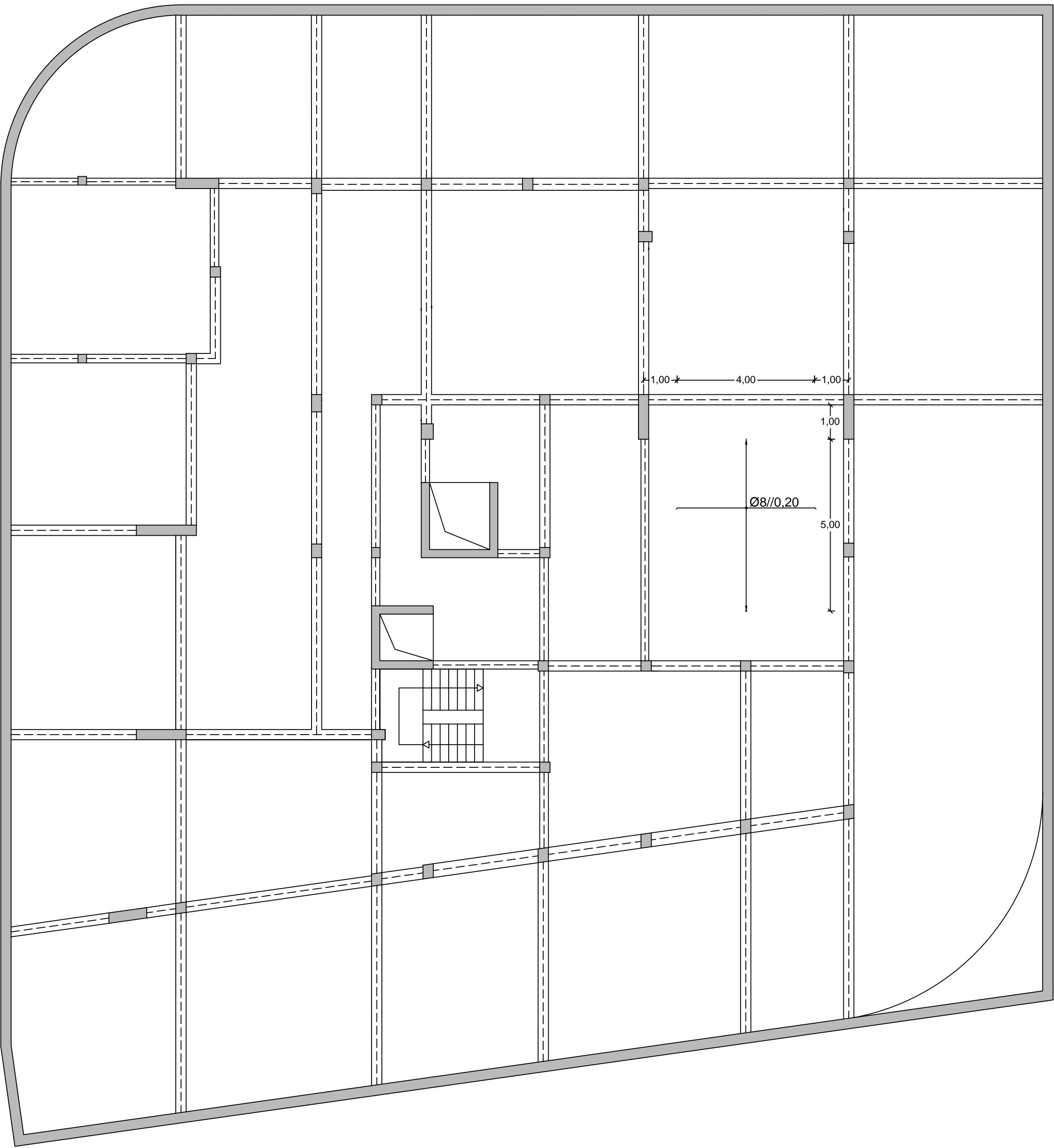
**Nota:** A face inferior da laje do piso -2 apenas necessita da malha geral de # Ø10//0,20, não sendo assim necessários quaisquer reforços.

Laje do Piso -1 - Geral # Ø10/0,20

Reforços Face Inferior

Direcção X

Direcção Y



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/100

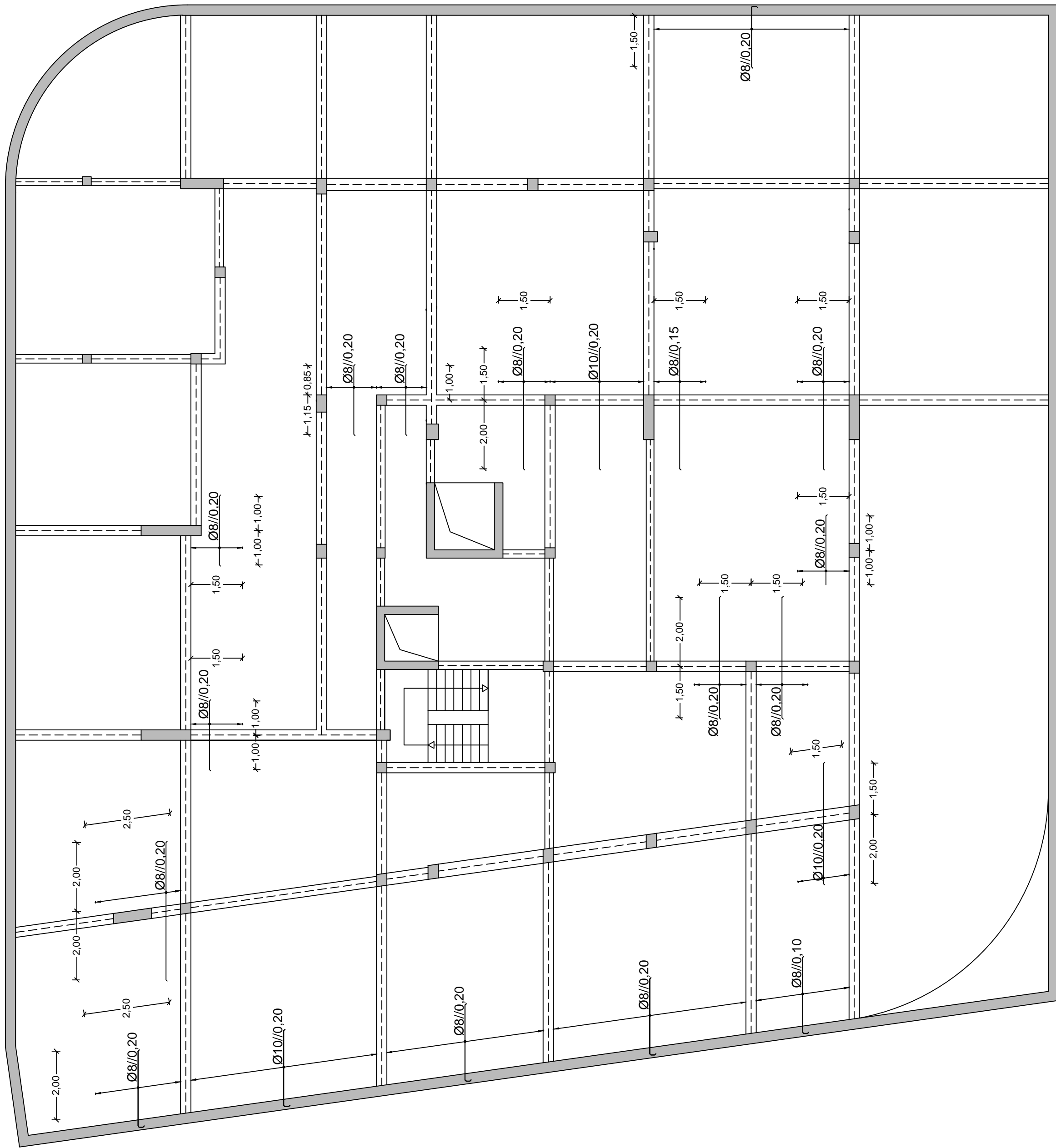
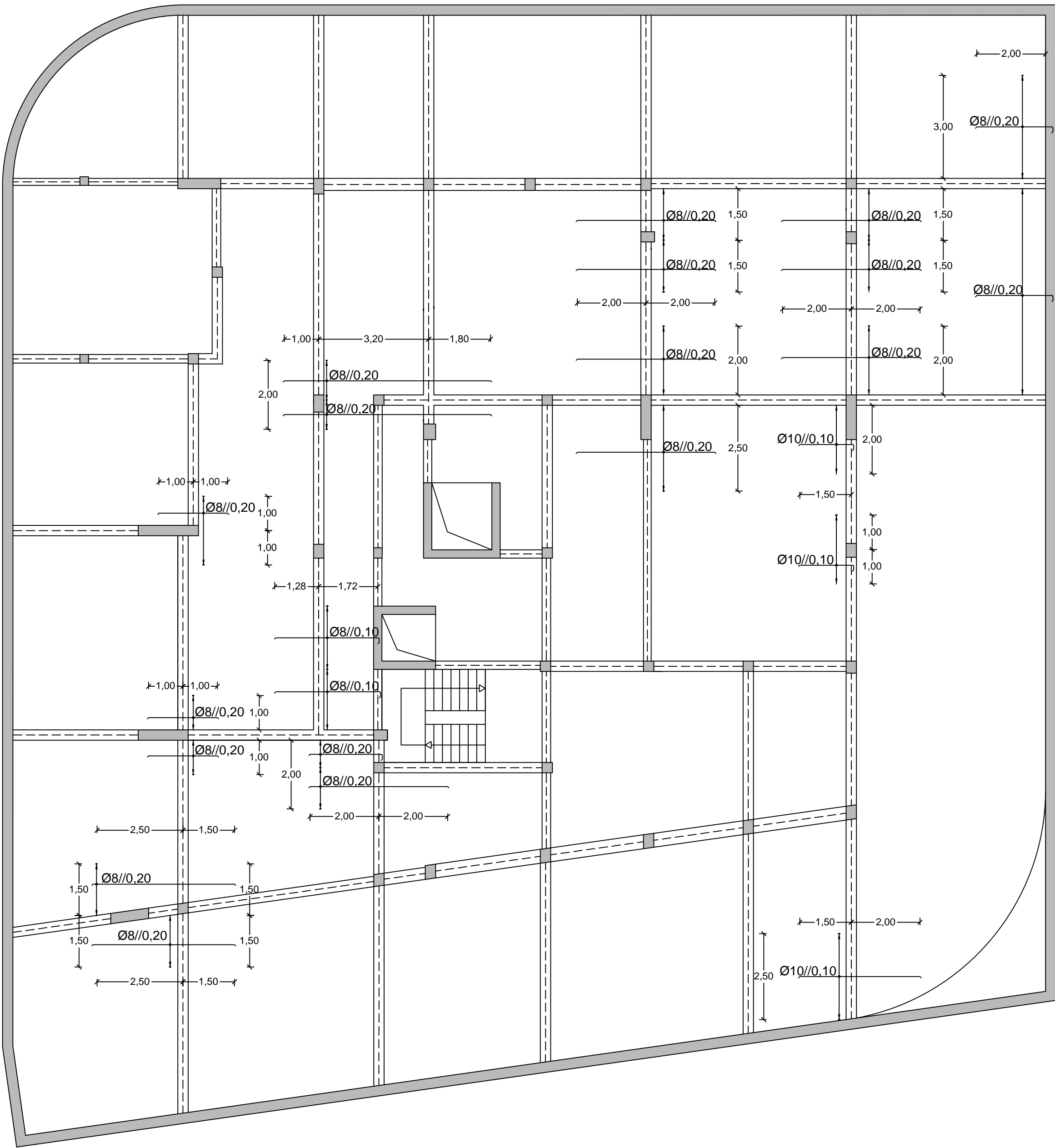
Dezembro de 2014

Betão Armado  
Armadura Inferior da Laje do  
Piso -1

DESENHO N.º

54

Formato A1



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA1/100

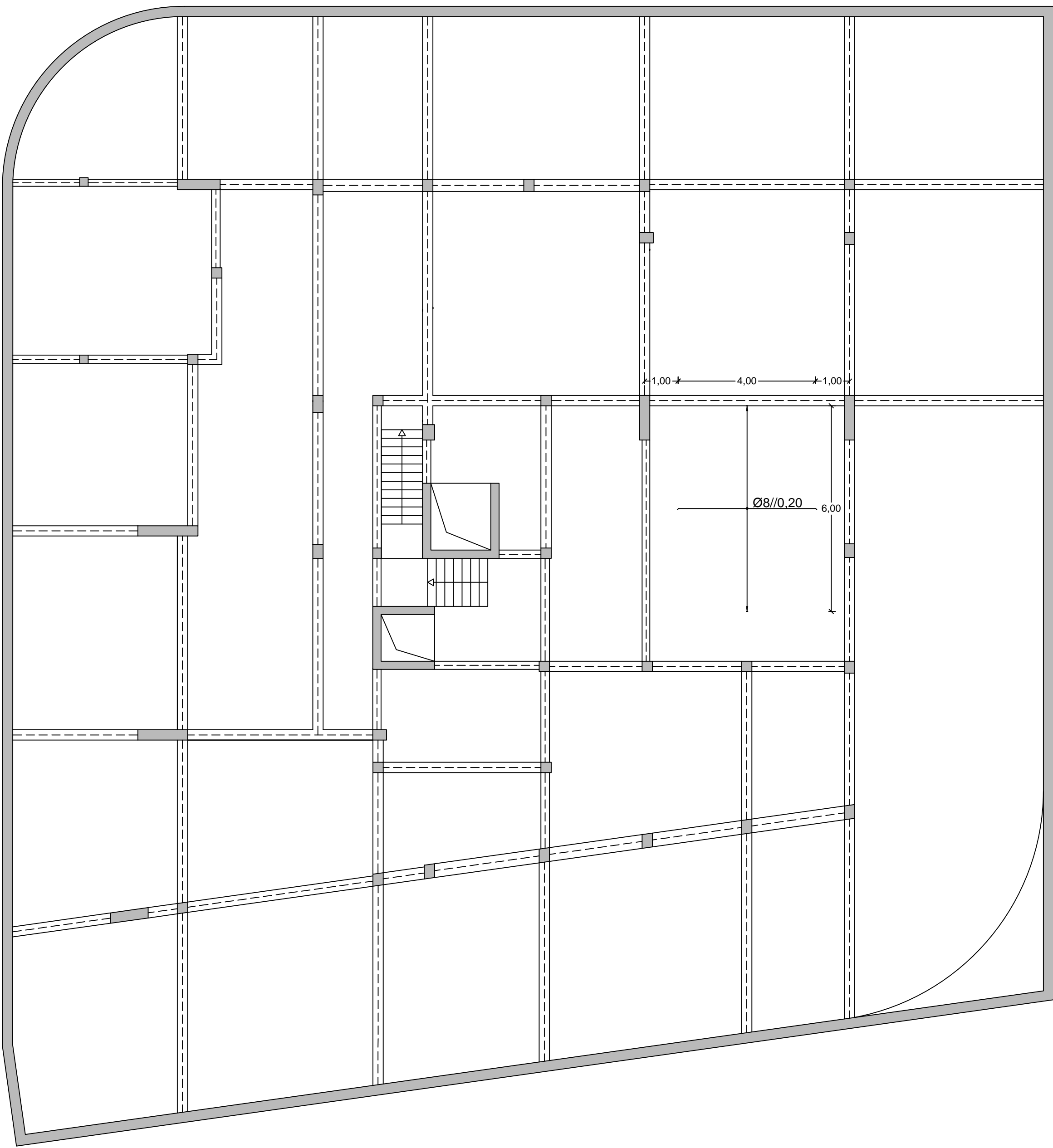
Betão Armado  
Armadura Superior da Laje do  
Piso -1

DESENHO N.º

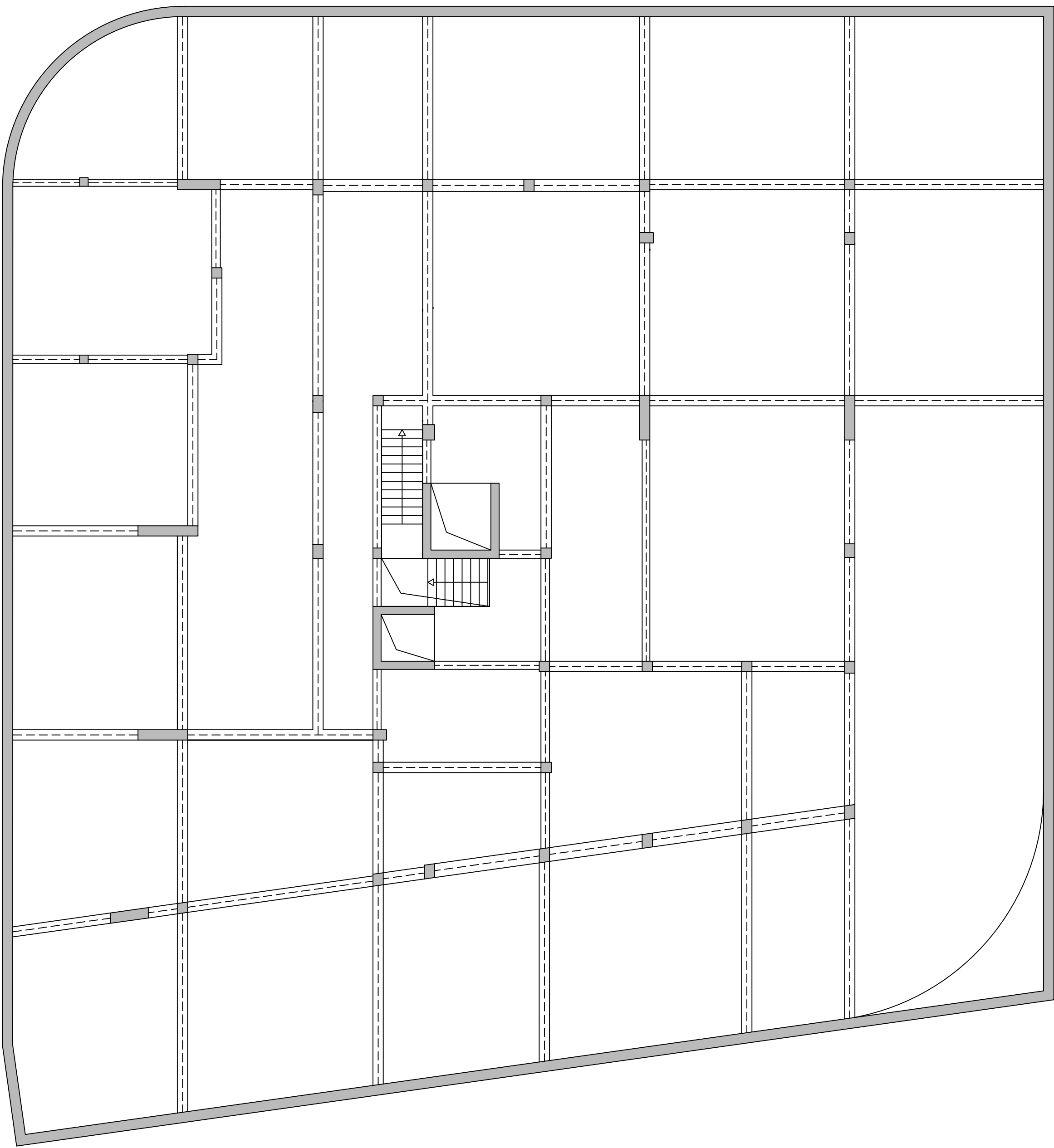
55

Formato A1

Direcção X



Direcção Y



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

MATERIAIS

BETÃO:

Em Geral

Muros de Contenção

Sapatas e V. Fundação

Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45

NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35

NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50

NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4

c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias

A500 NR SD



ISEL

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/100

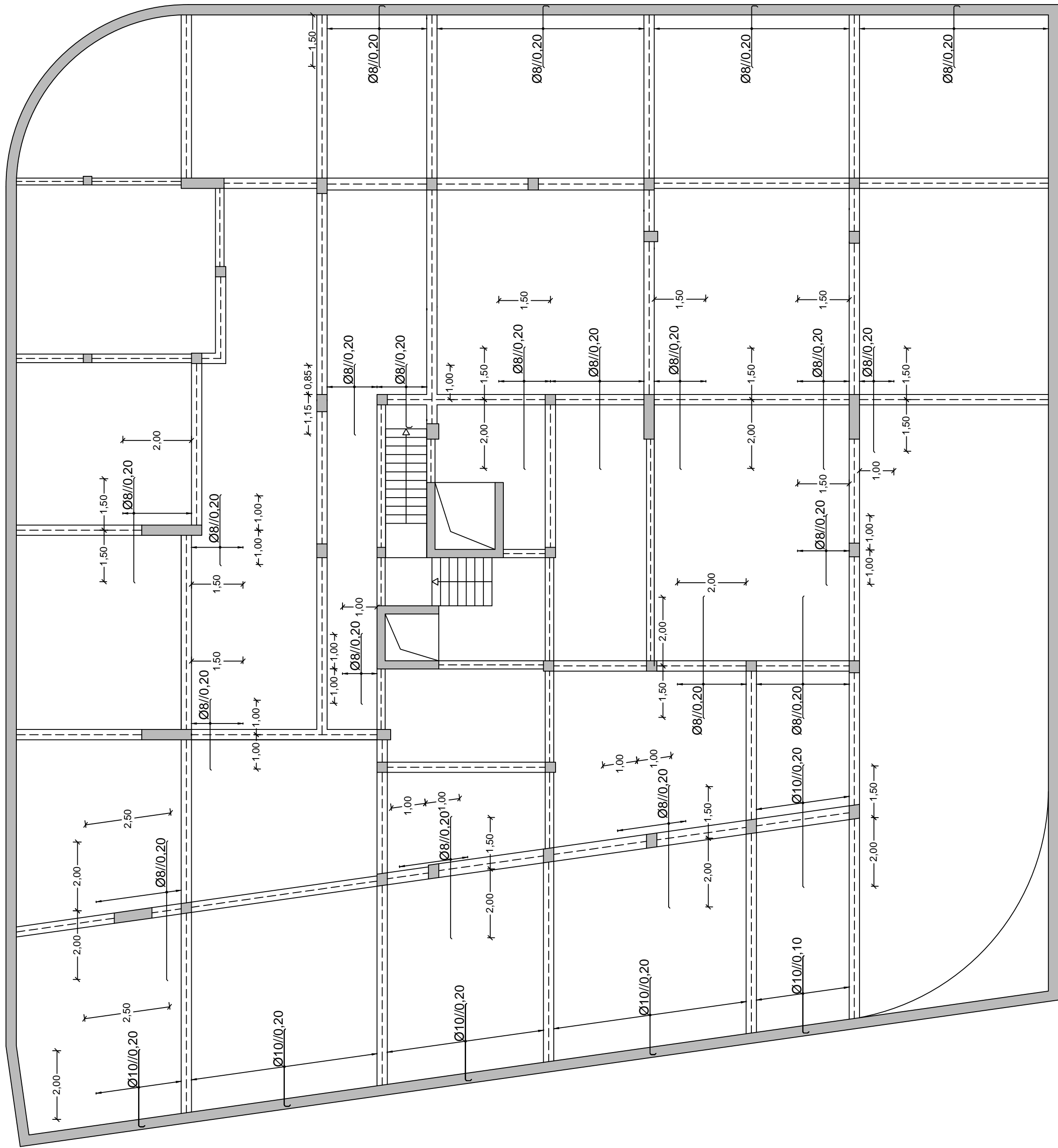
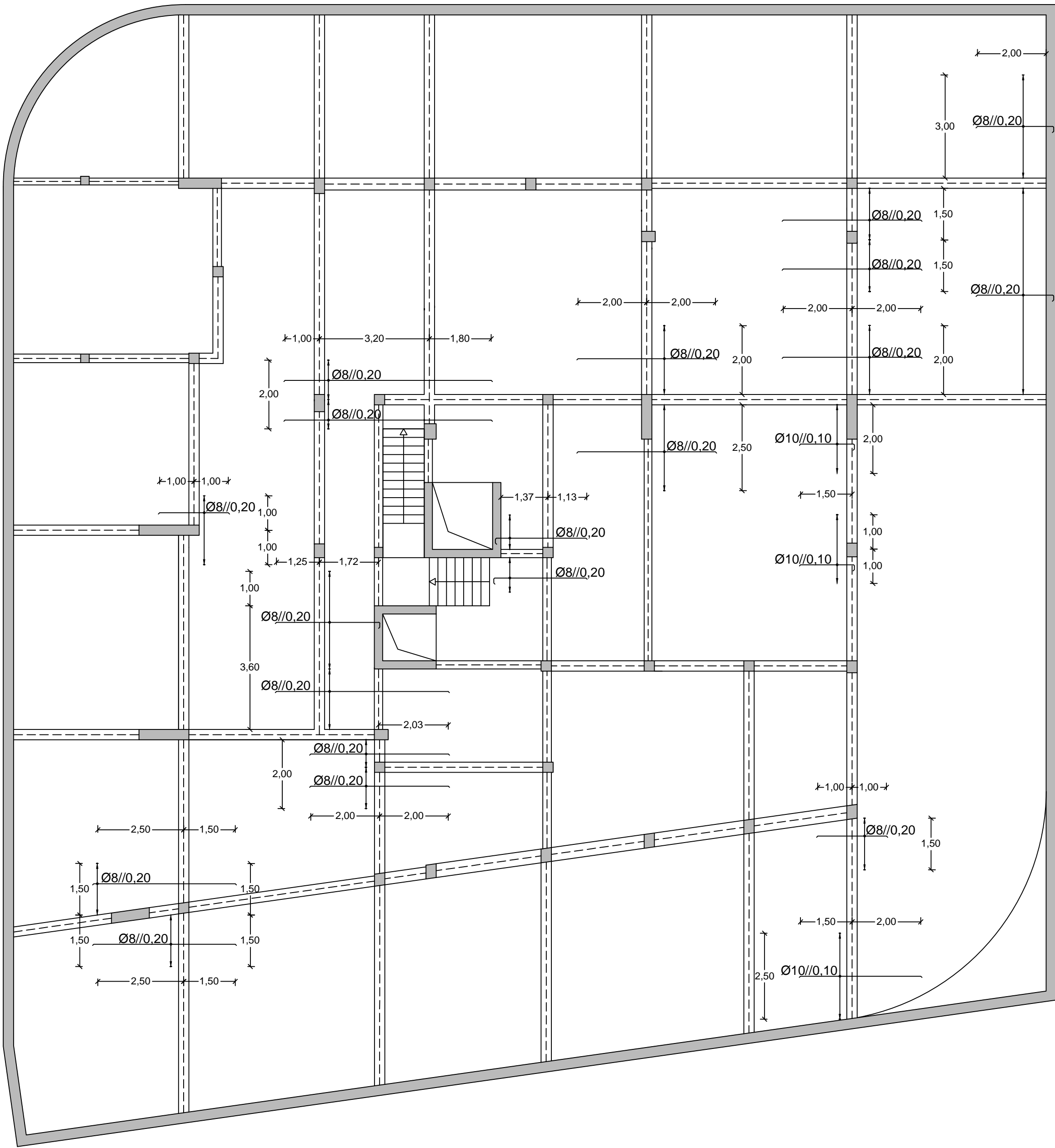
Betão Armado  
Armadura Inferior da Laje do  
Piso 0

DESENHO N.º

56

Formato A1





Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/100

Betão Armado  
Armadura Superior da Laje do  
Piso 0

DESENHO N.º

57

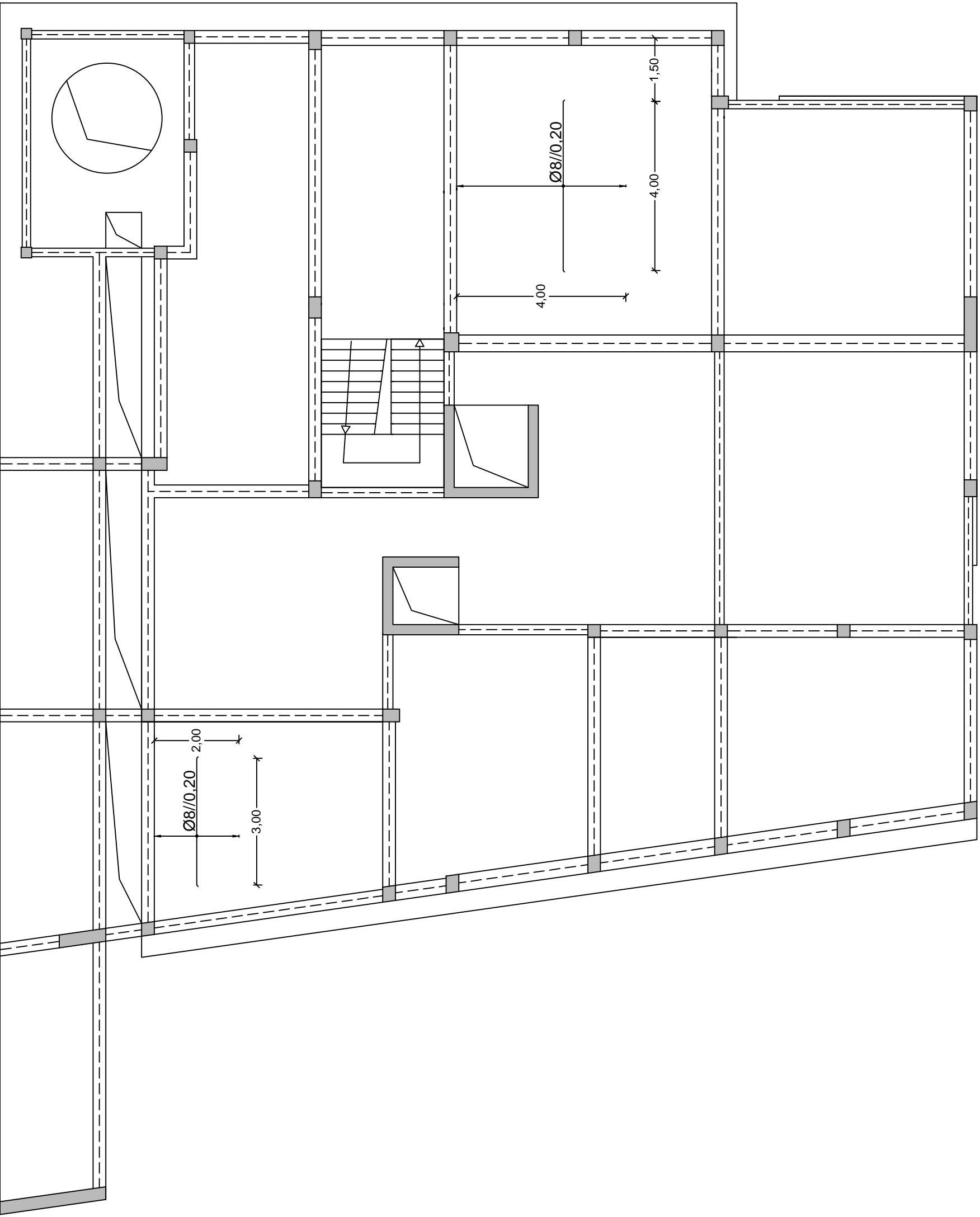
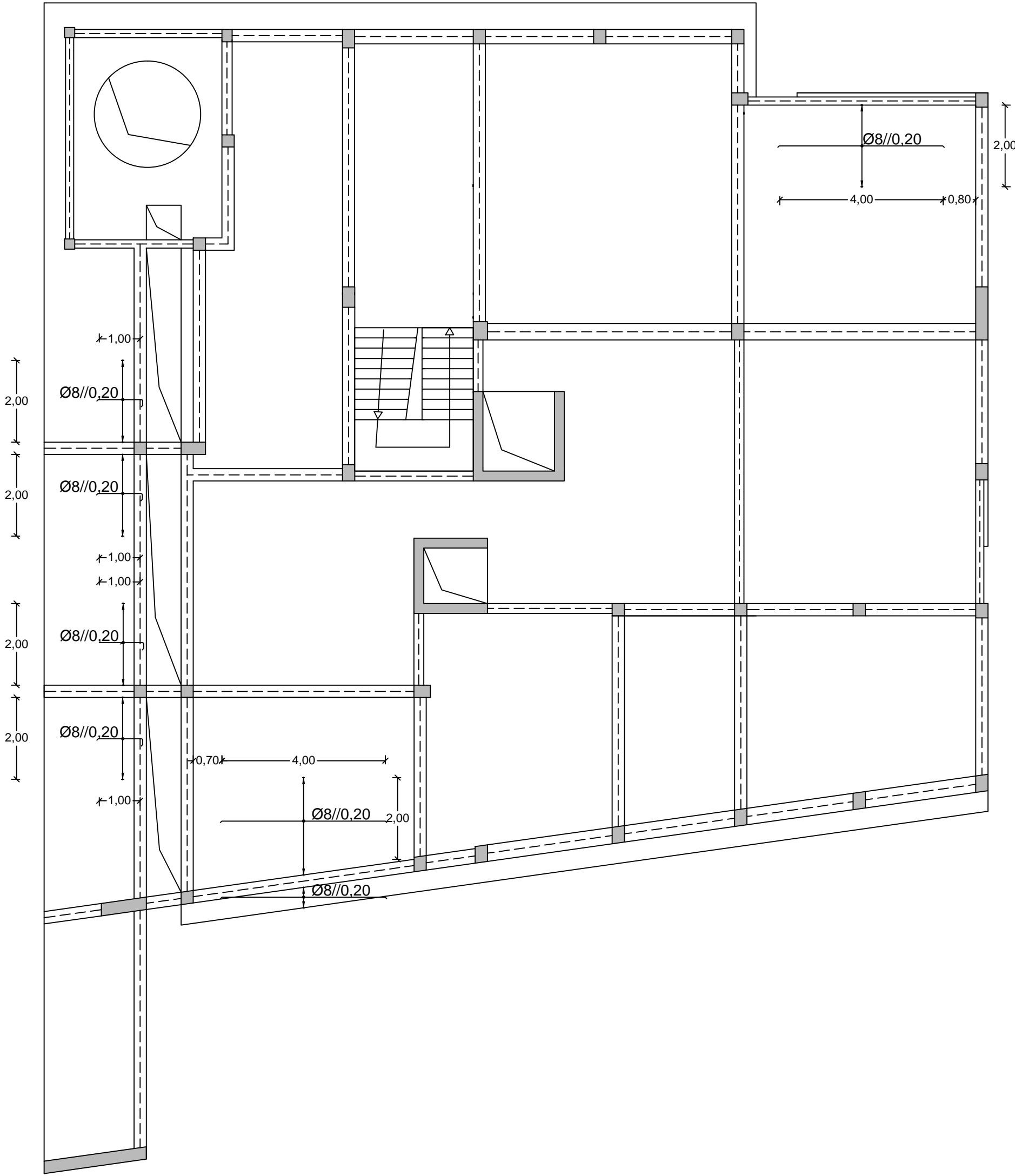
Formato A1

Laje do Piso 1 - Geral # Ø10//0,20

Reforços Face Inferior

Direcção X

Direcção Y




Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

MATERIAIS

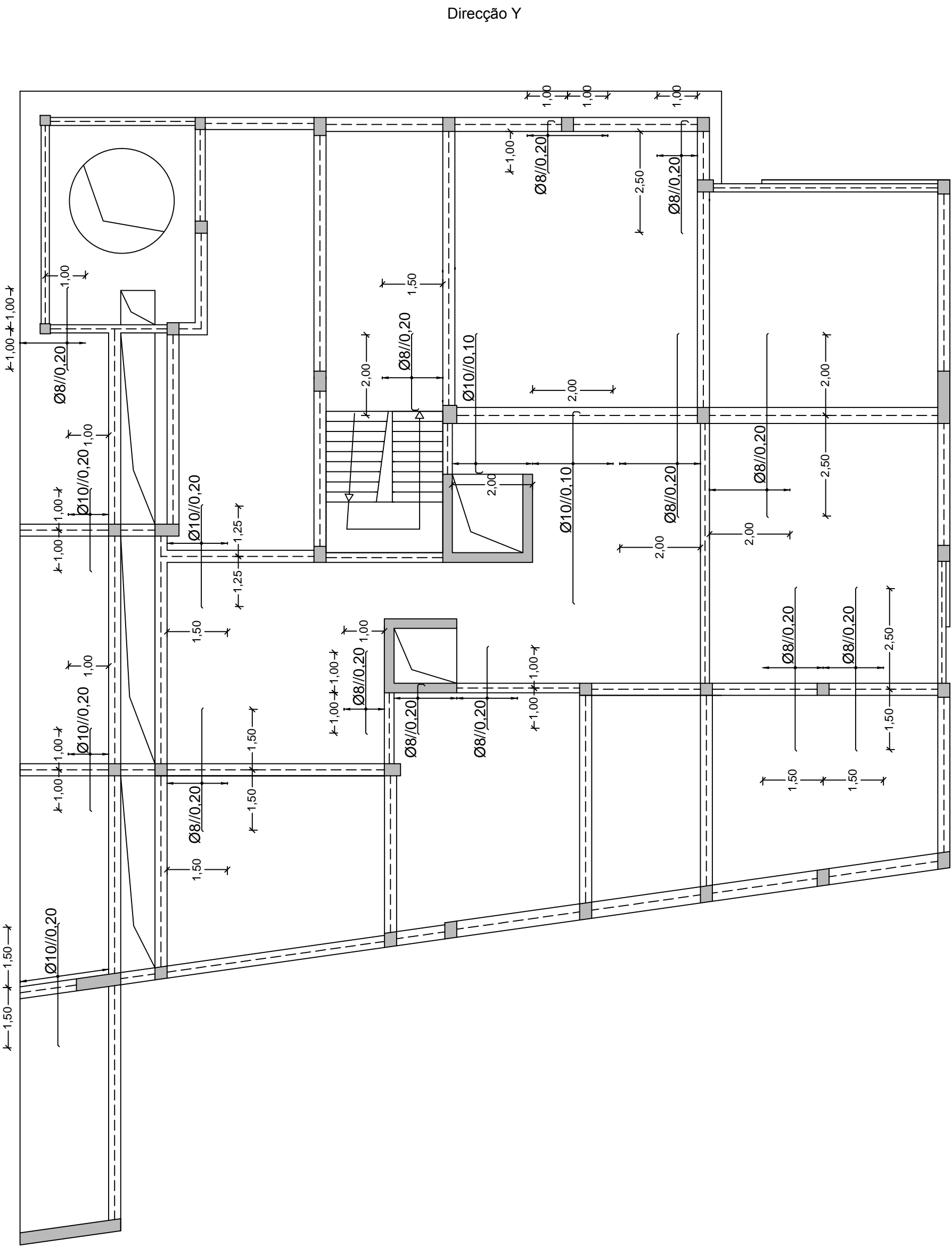
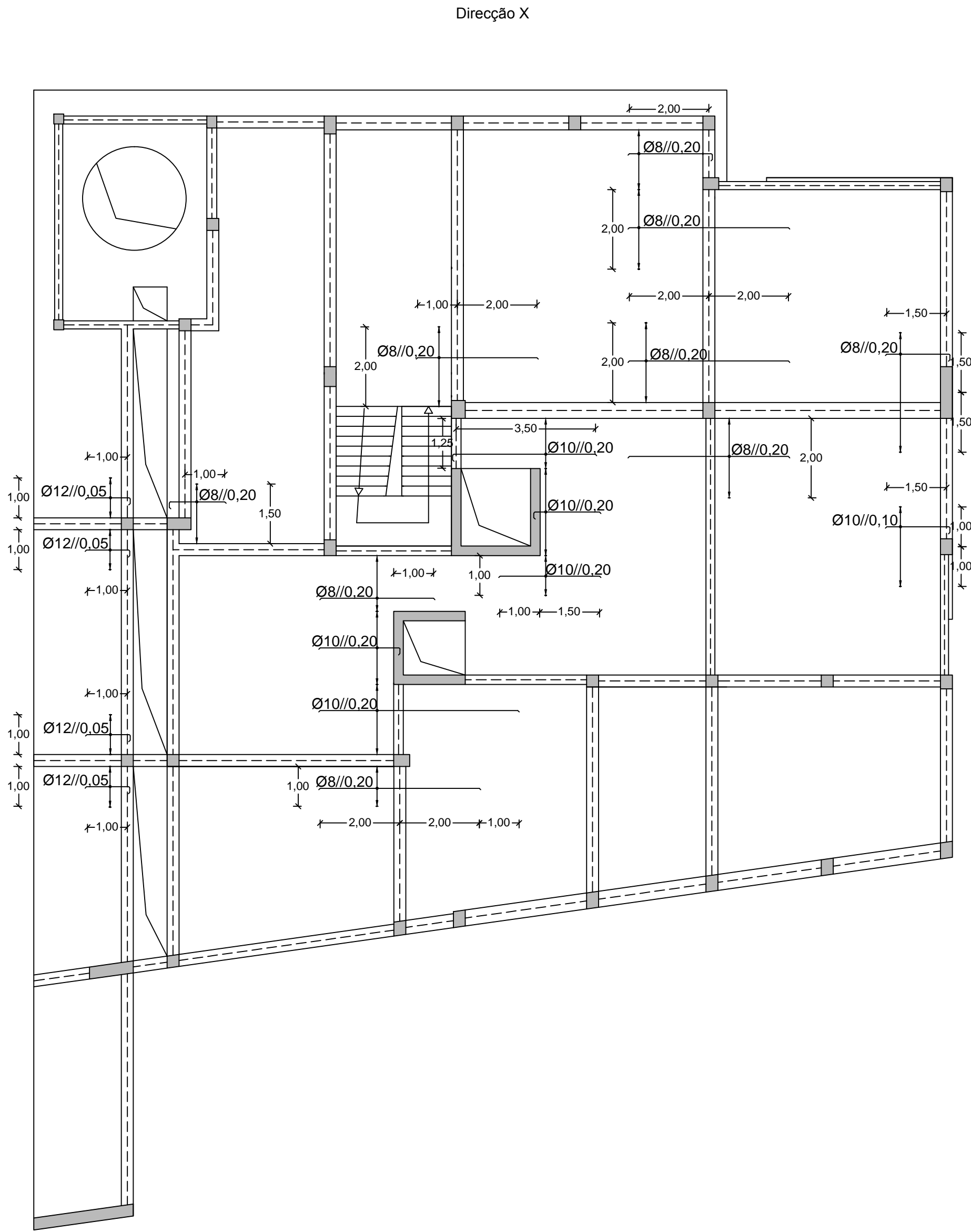
BETÃO:	
Em Geral	NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45
Muros de Contenção	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35
Sapatas e V. Fundação	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50
Regularização	NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4
	c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:	
Armaduras ordinárias	A500 NR SD

 <b>ISEL</b> <small>Instituto Superior de Engenharia de Lisboa</small>	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/100
	Dezembro de 2014	Betão Armado Armadura Inferior da Laje do Piso 1 DESENHO N.º 58 Formato A1

Laje do Piso 1 - Geral # Ø10/0,20

Reforços Face Superior



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

MATERIAIS

BETÃO:	
Em Geral	NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45
Muros de Contenção	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35
Sapatas e V. Fundação	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50
Regularização	NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4 c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:	
Armaduras ordinárias	A500 NR SD

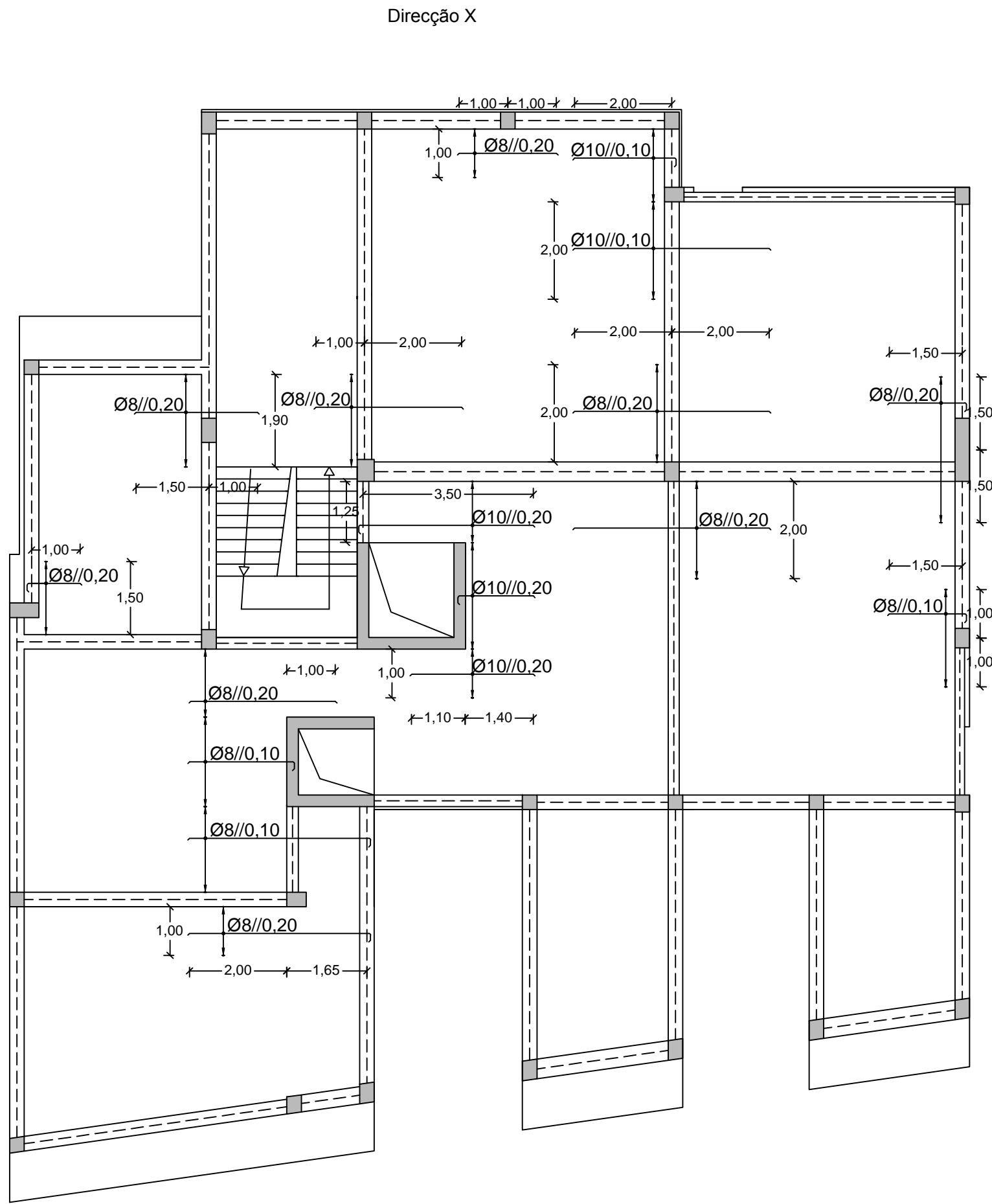


ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

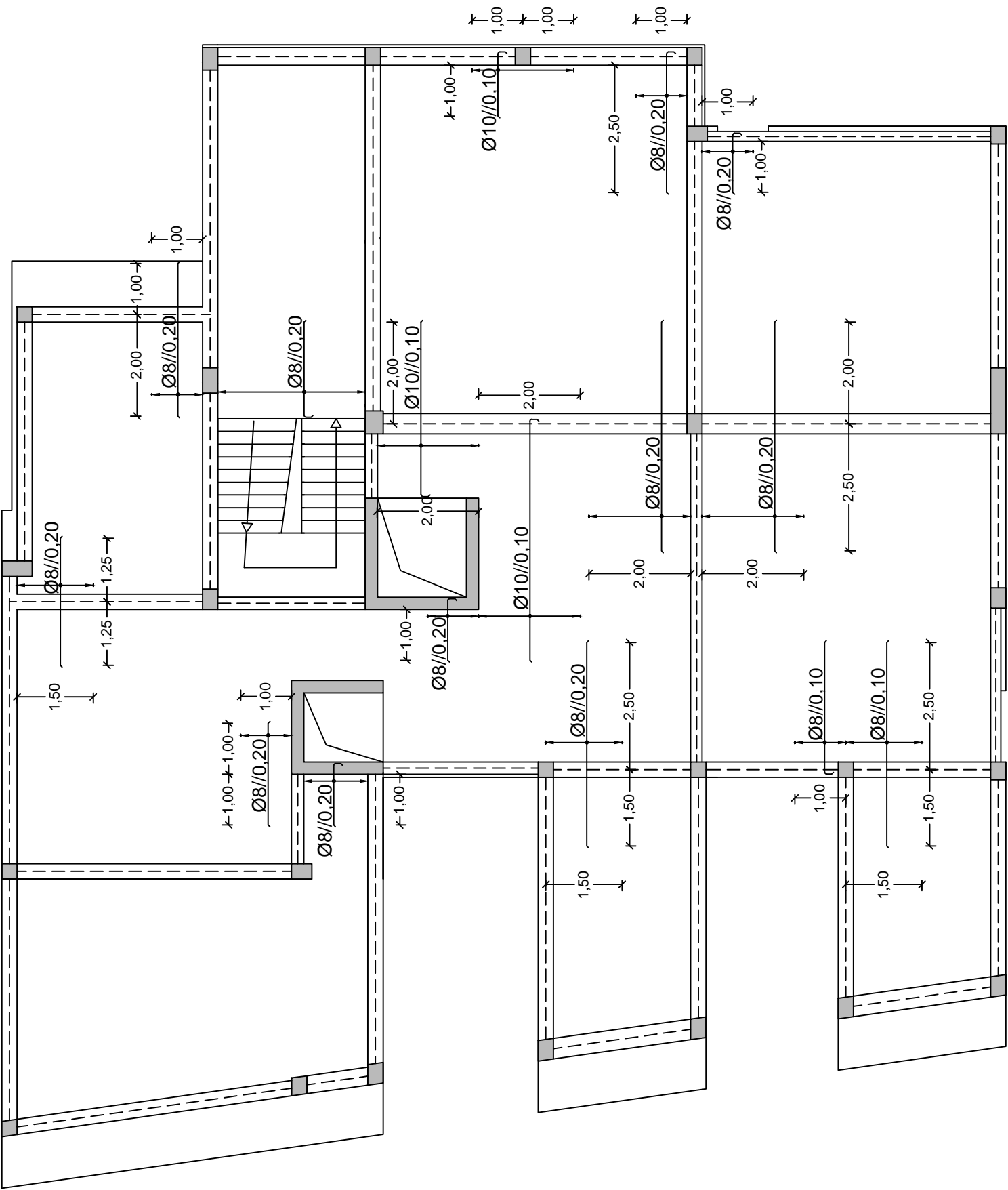
Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO	ESCALA 1/100
Dezembro de 2014	Betão Armado Armadura Superior da Laje do Piso 1	DESENHO N.º 59 Formato A1

Laje do Piso 2 - Geral # Ø10/0,20

Reforços Face Superior

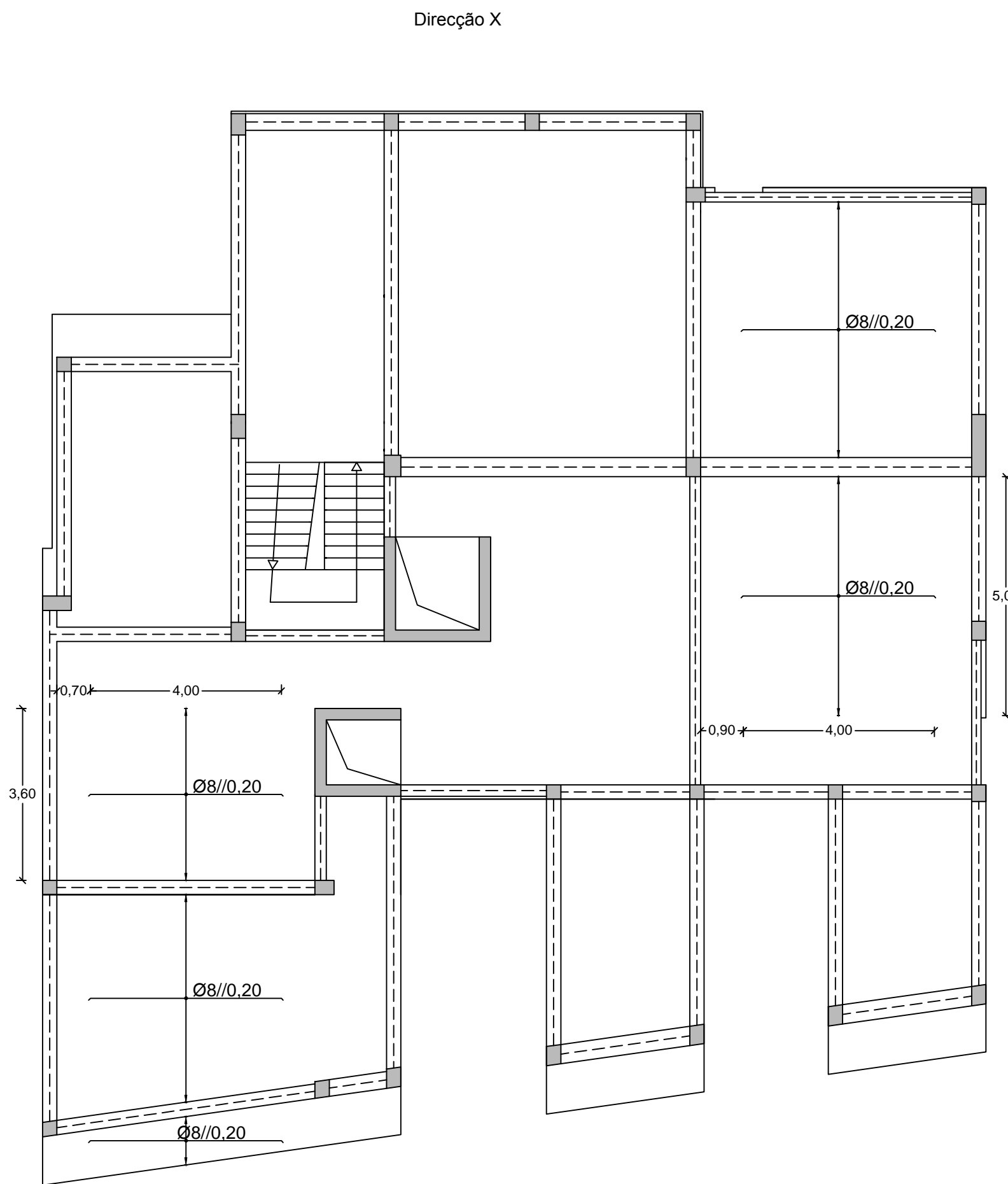


Direcção Y

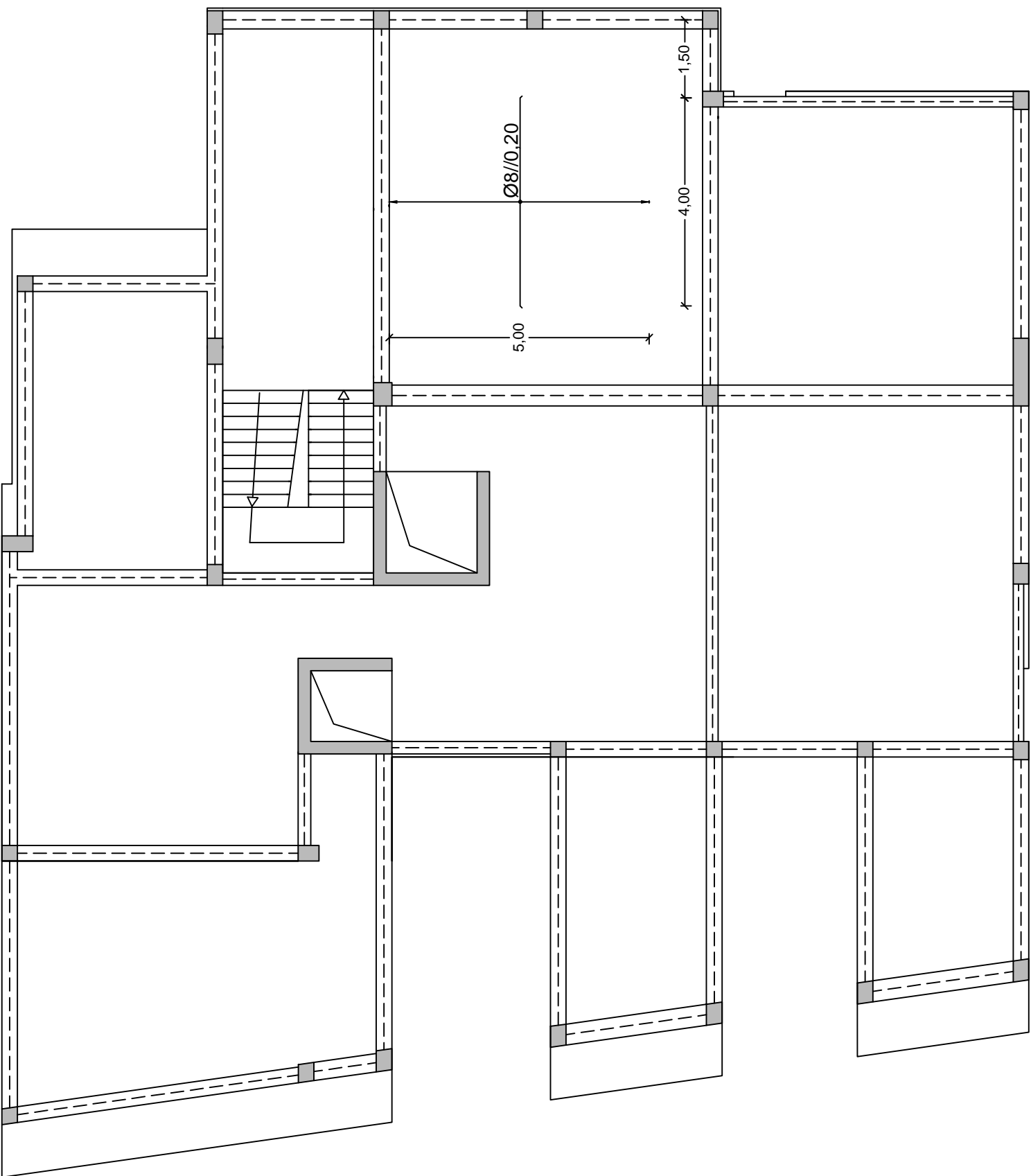


Laje do Piso 2 - Geral # Ø10/0,20

Reforços Face Inferior



Direcção Y



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/100

Betão Armado  
Armadura da Laje do Piso 2

DESENHO N.º

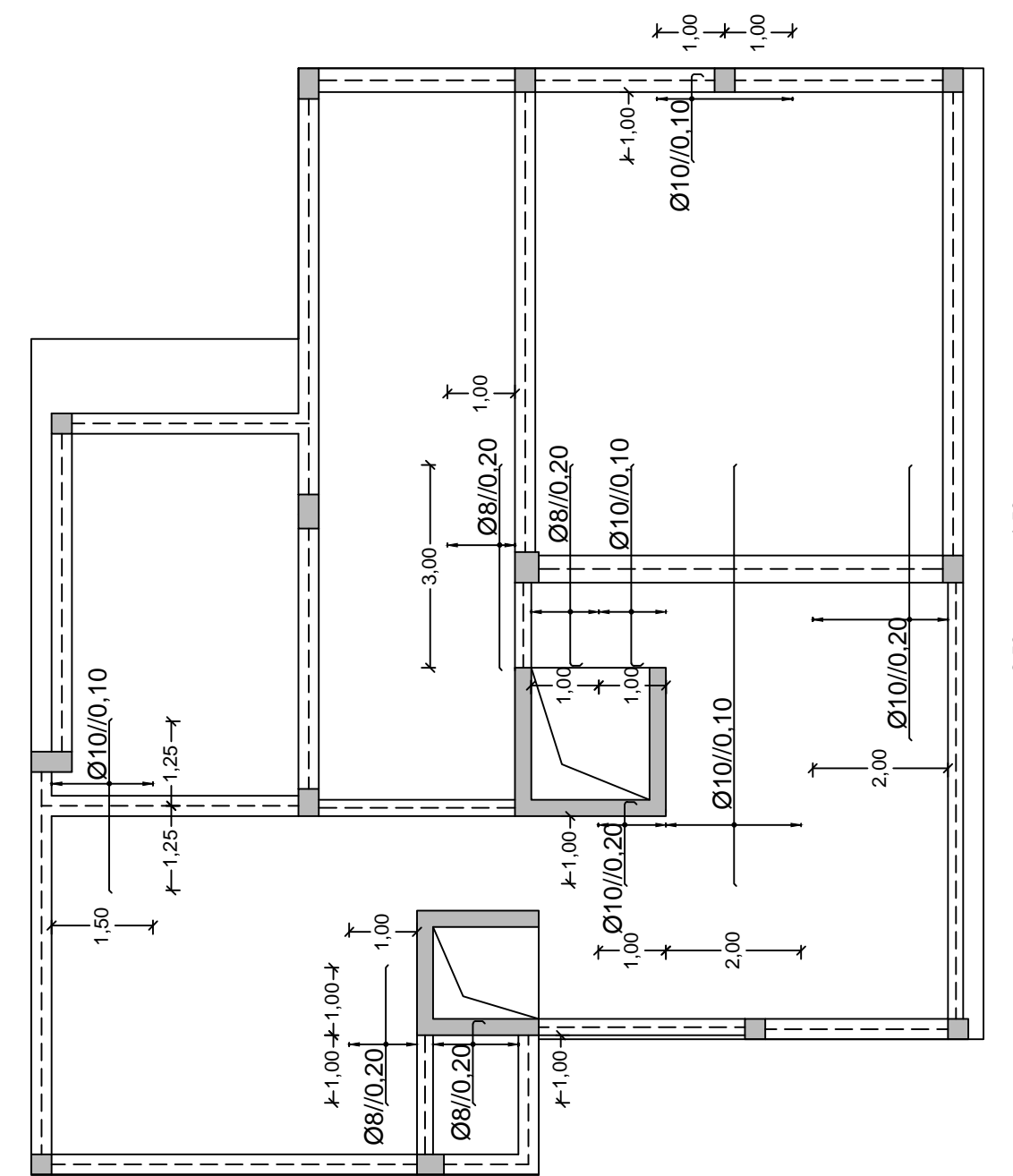
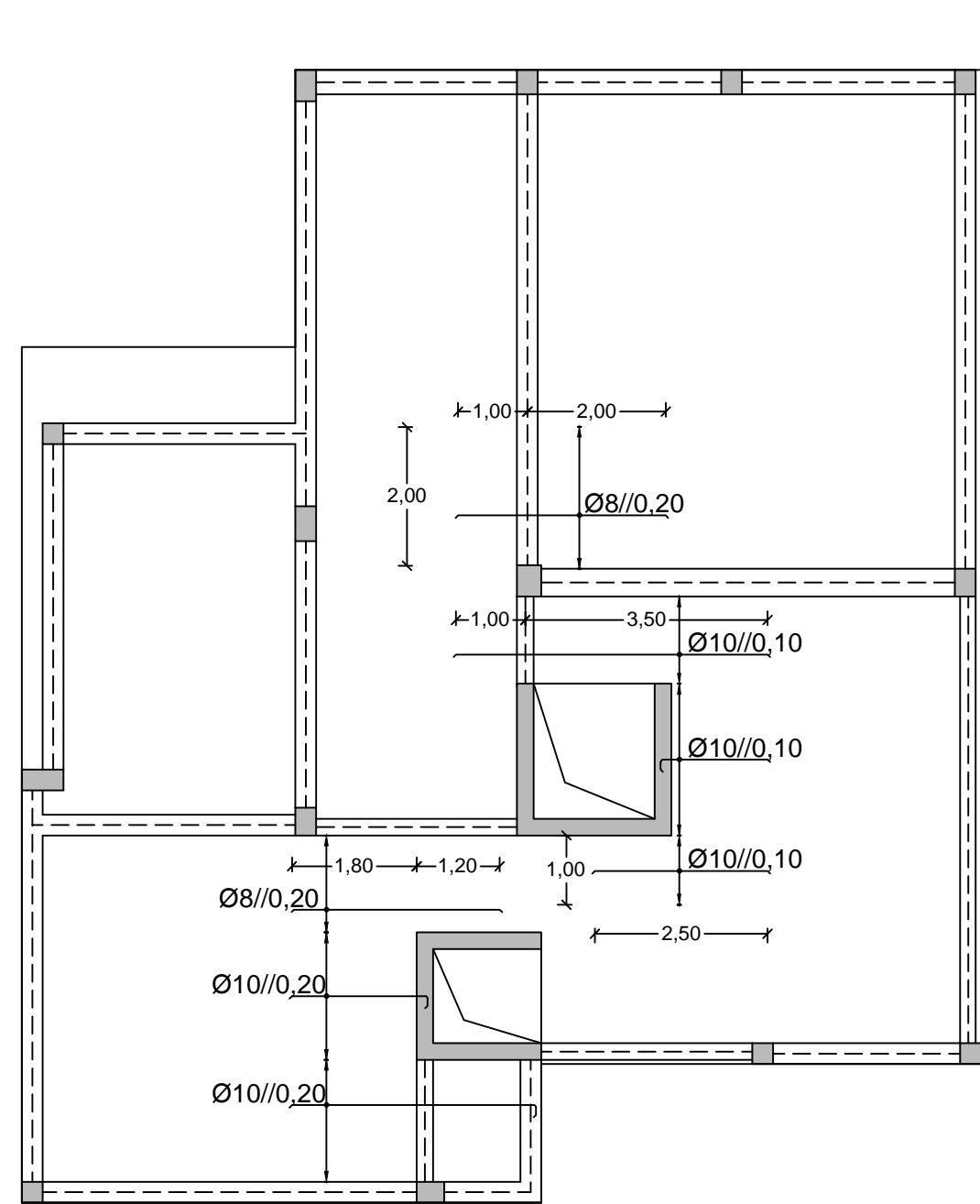
60

Dezembro de 2014

Formato A1

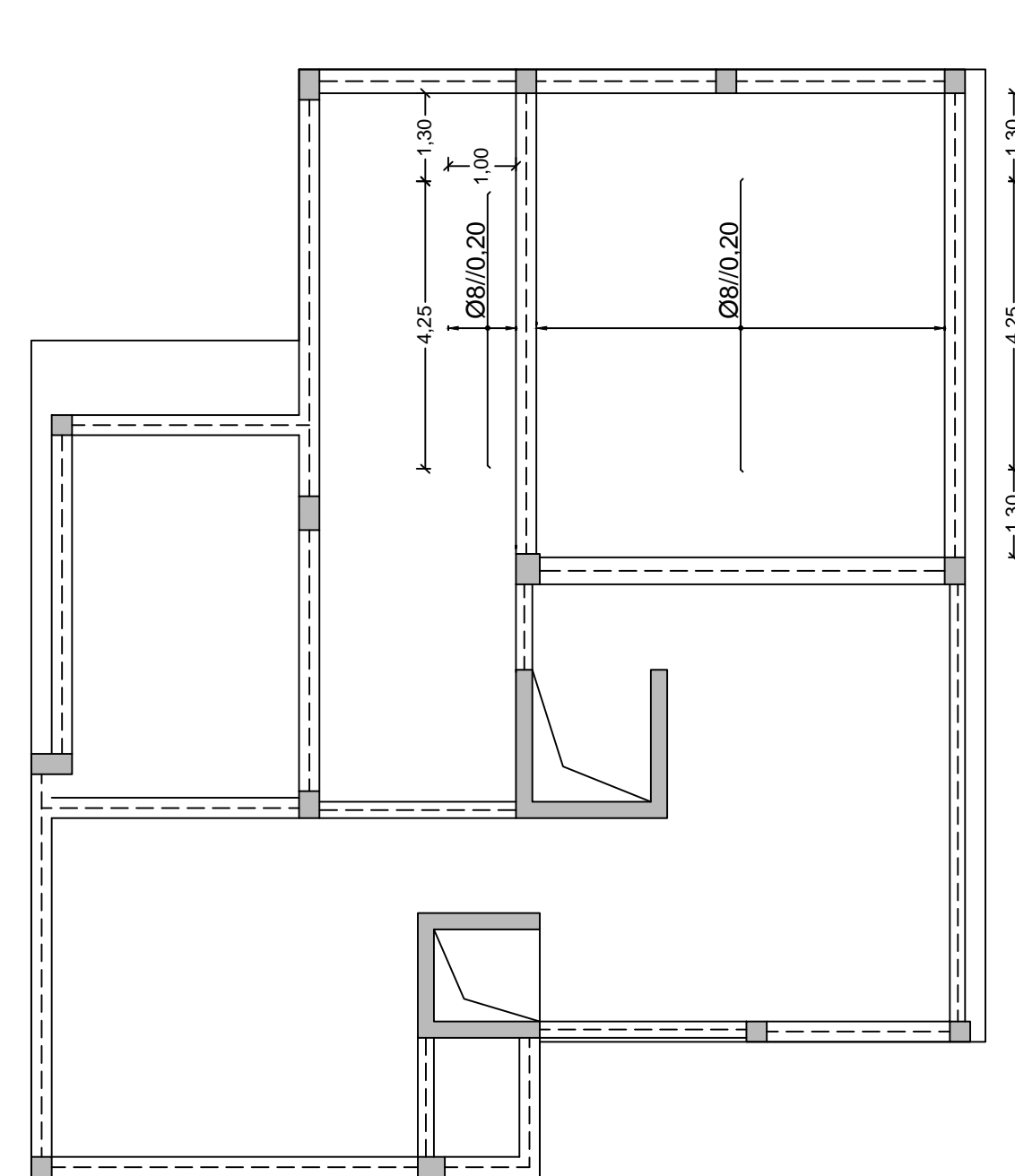
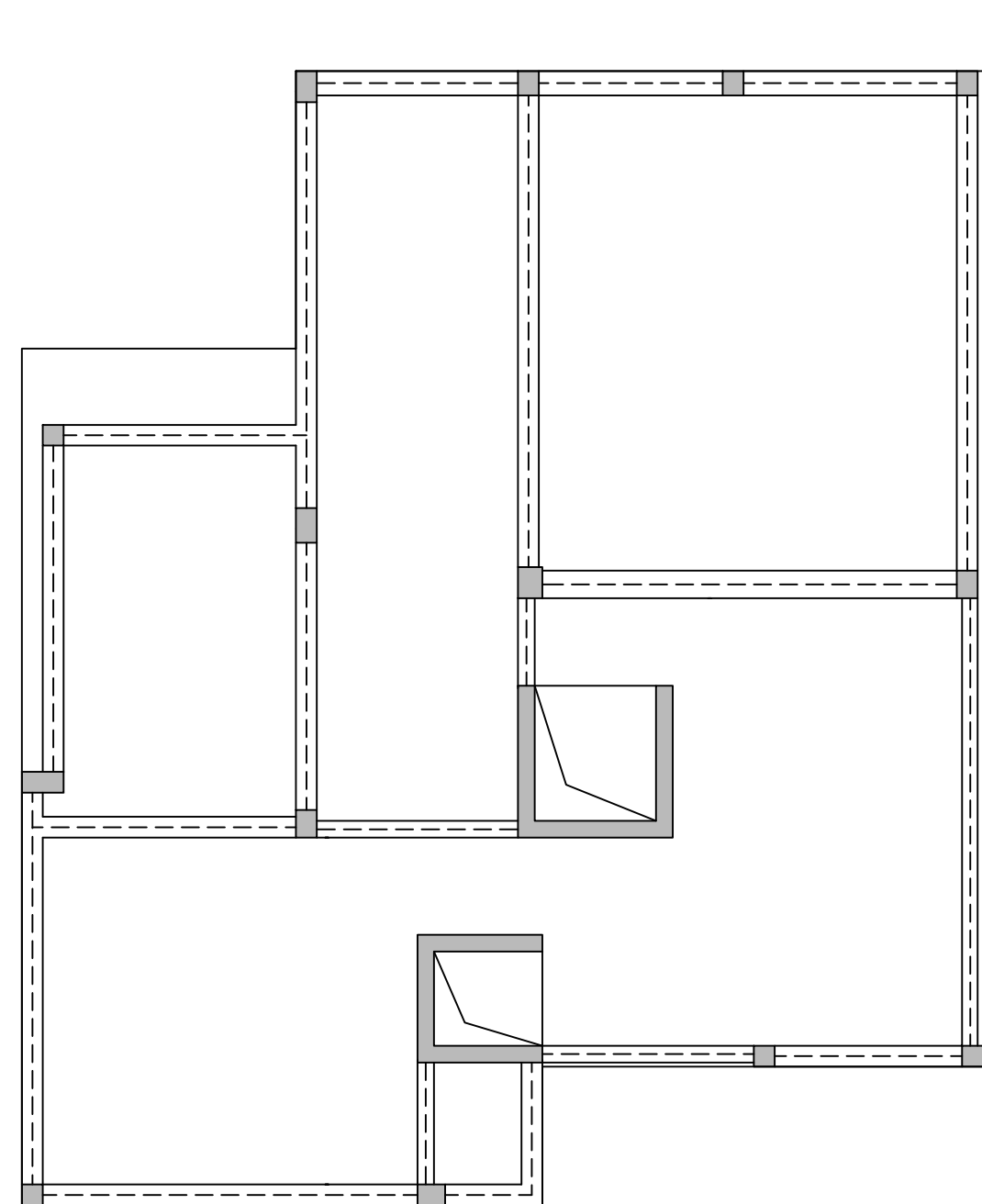
### Reforços Face Superior

Direcção Y



### Reforços Face Inferior

Direcção Y



Varão	l <sub>bd</sub>	l <sub>o</sub>
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

BETÃO:

NP EN206-1	C30/37	XS1(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=45
NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=35
NP EN206-1	C30/37	XC2(pt)	ClO.20	Dmax20 S4	c=50
NP EN206-1	C12/15	X0(pt)		Dmax20 S4	

c - Recubrimiento nominal (mm)

AÇO:

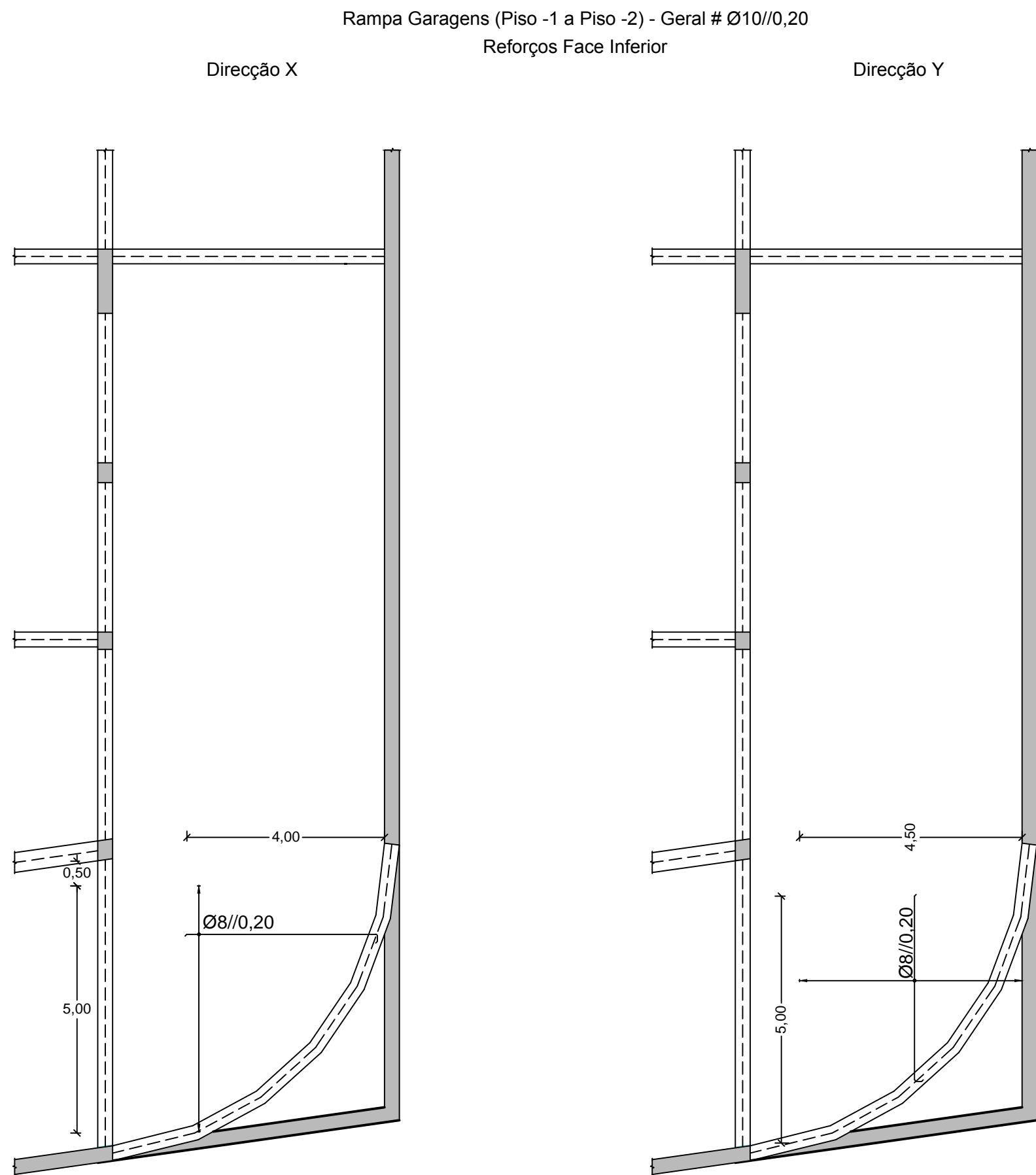
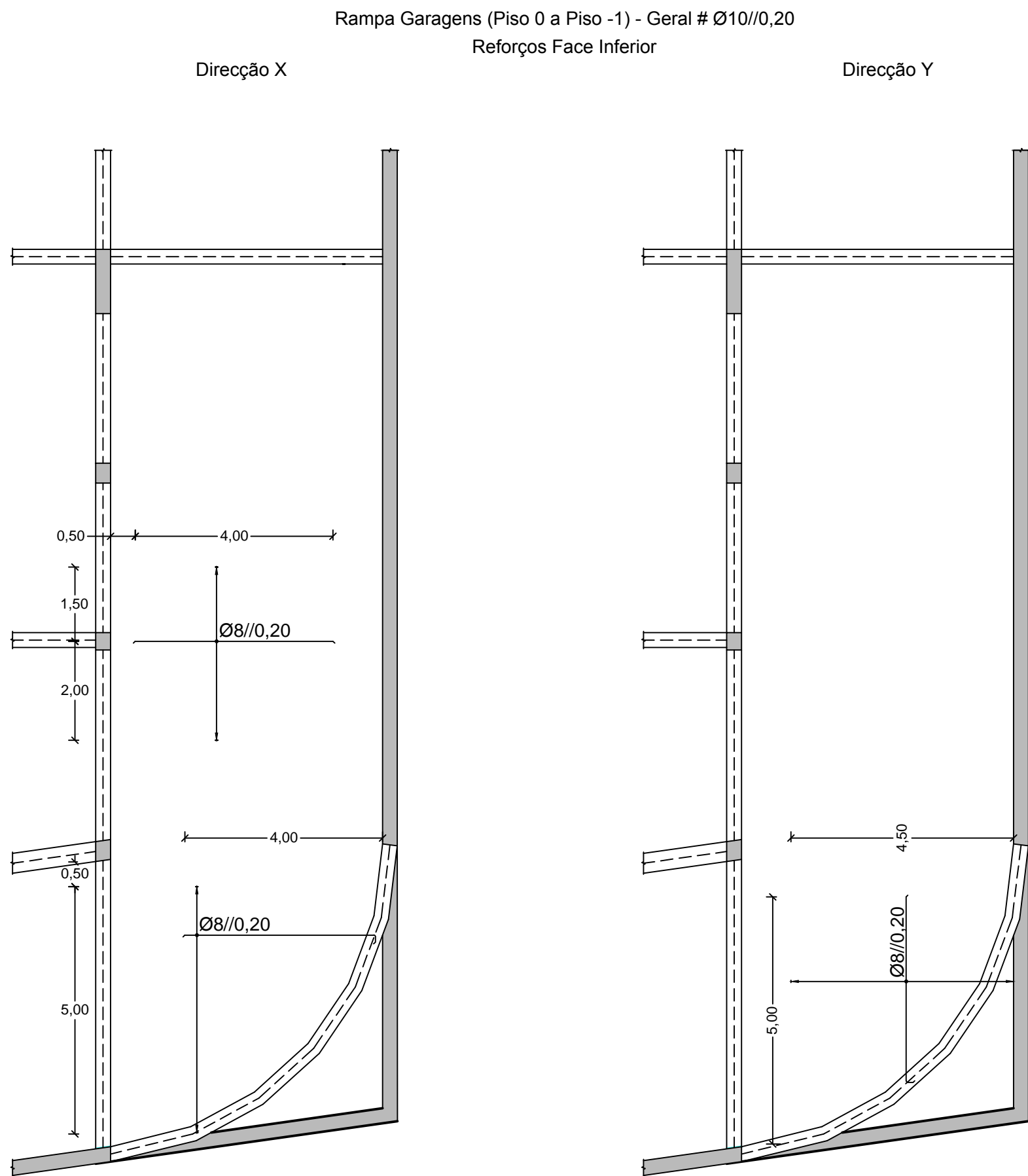
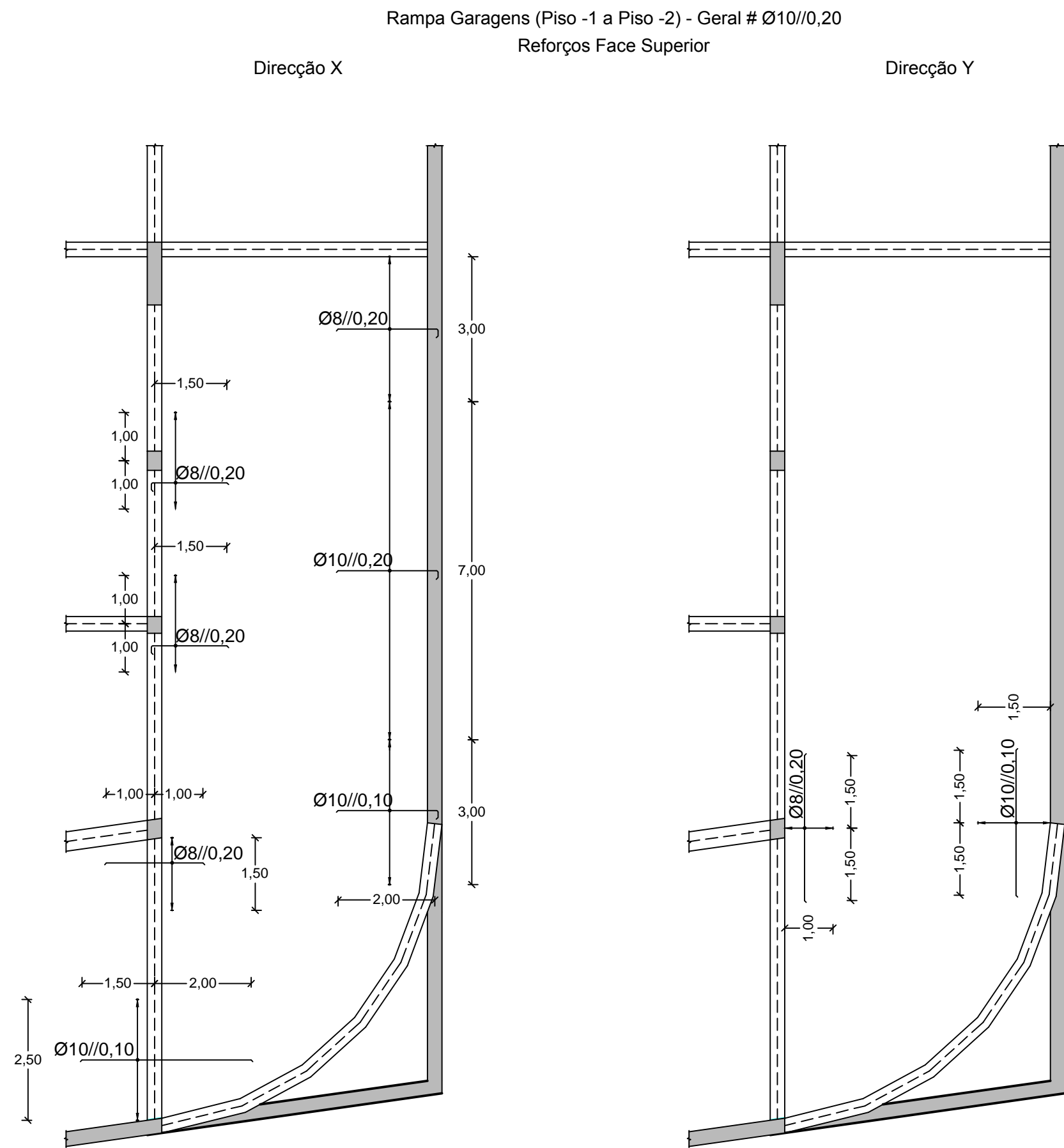
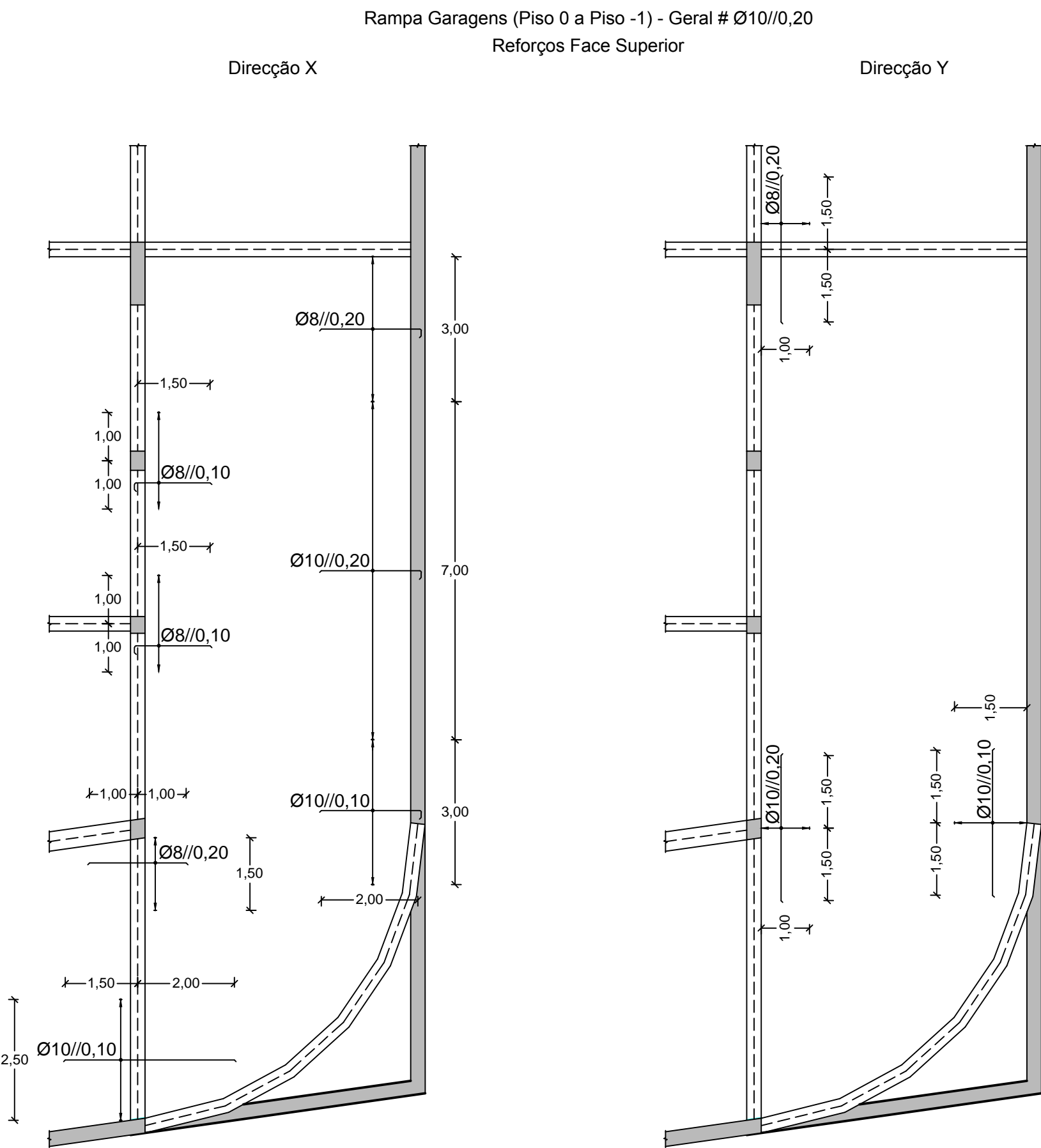
A500 NR SD



TRABALHO FINAL DE MESTRADO	ESCALA 1/100
----------------------------	--------------

DESENHO N.º

Formato A1



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

#### MATERIAIS

##### BETÃO:

Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

##### AÇO:

Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/100

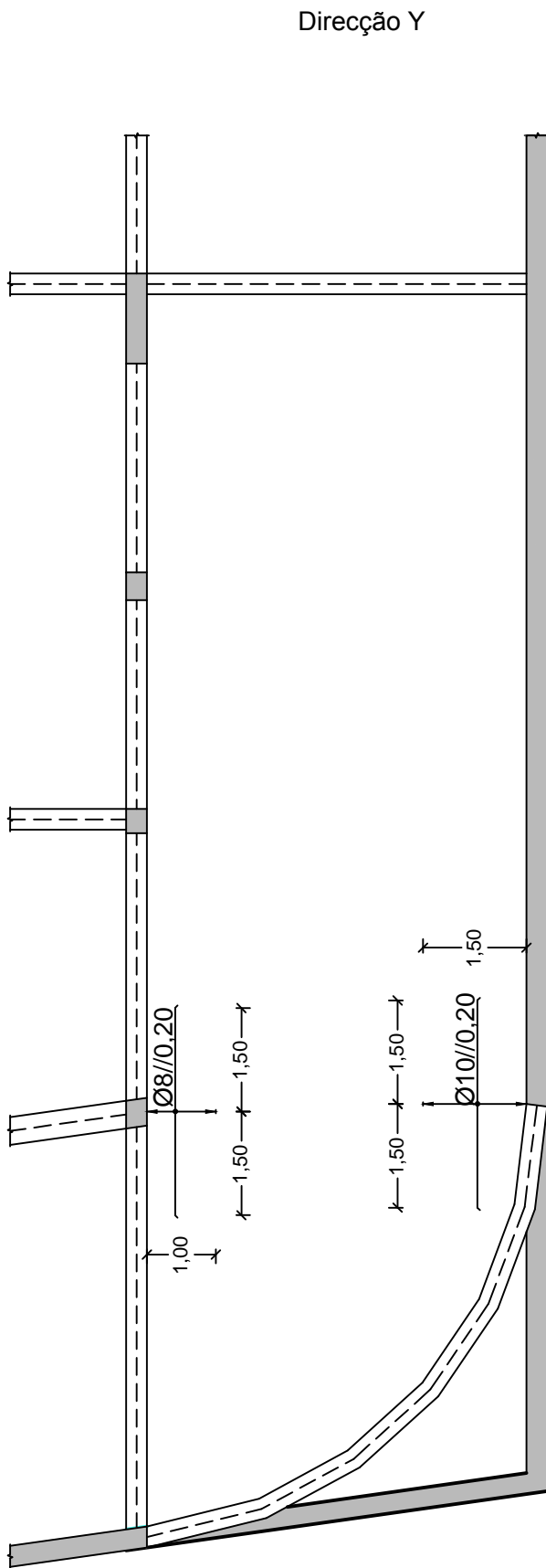
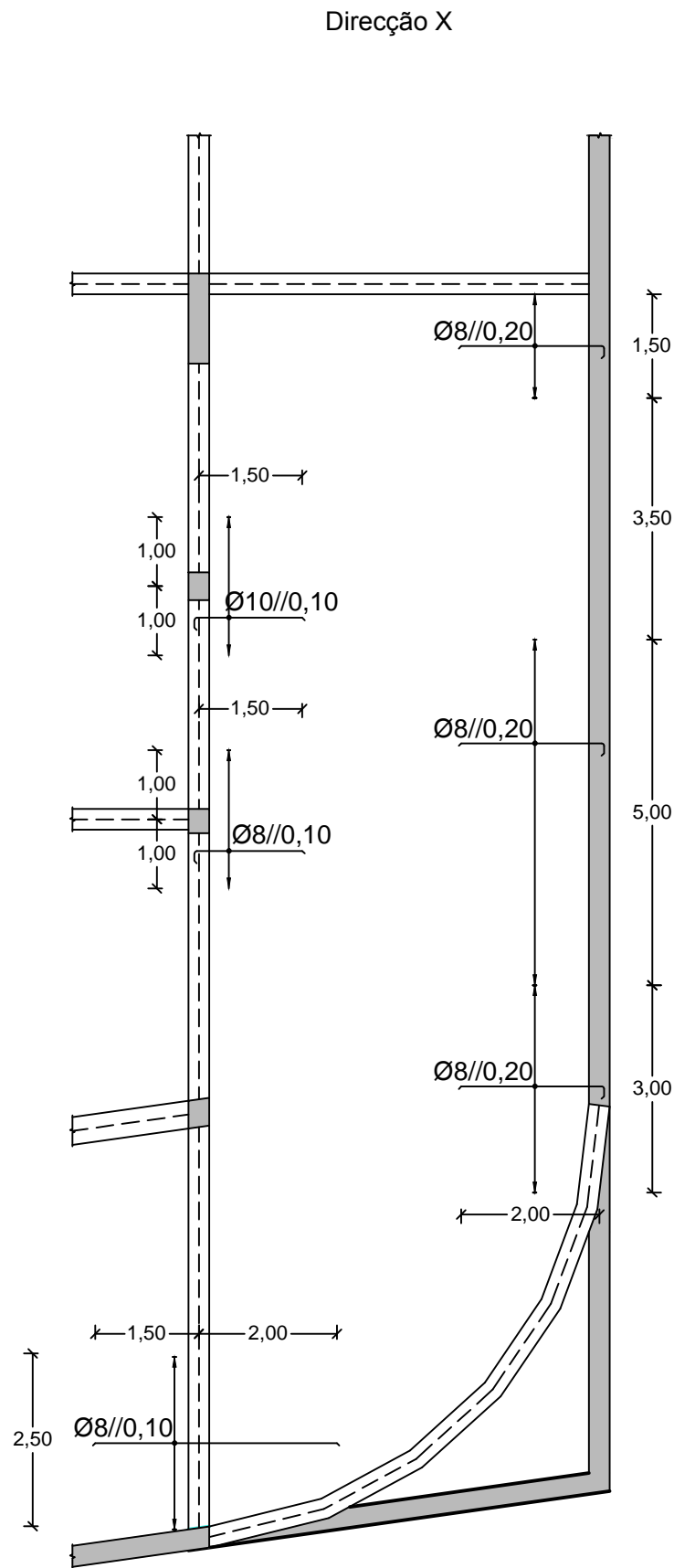
Betão Armado  
Rampas Garagens 1/2

DESENHO N.º

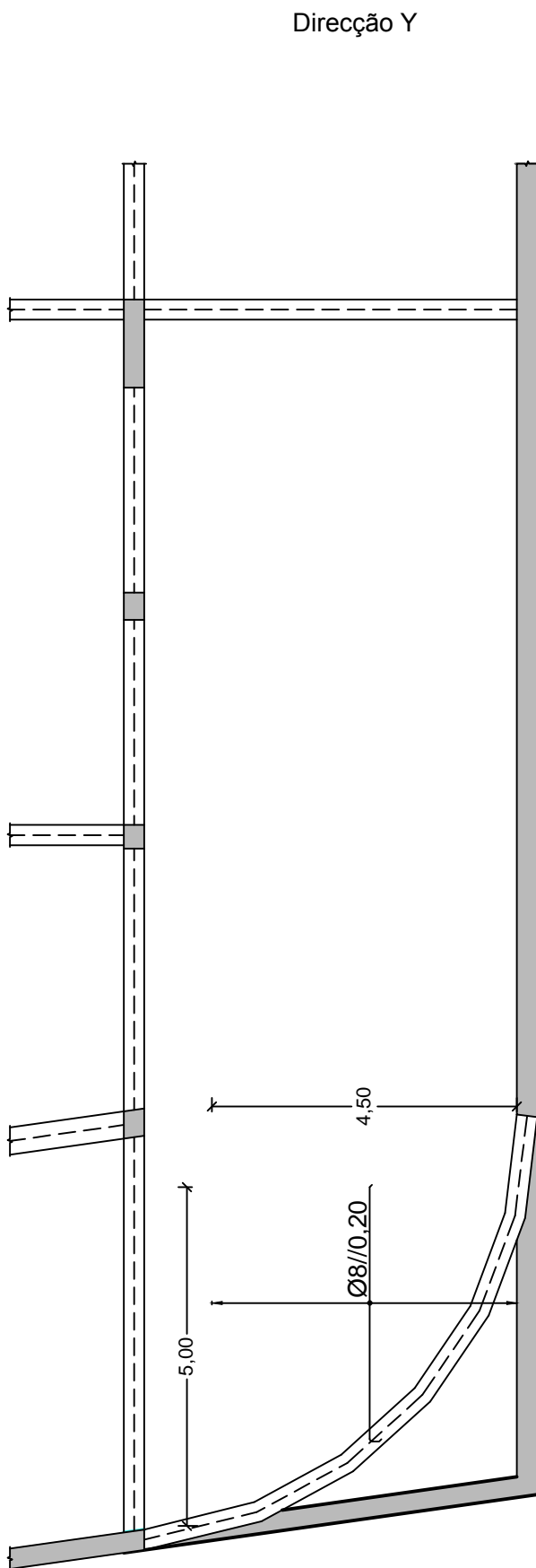
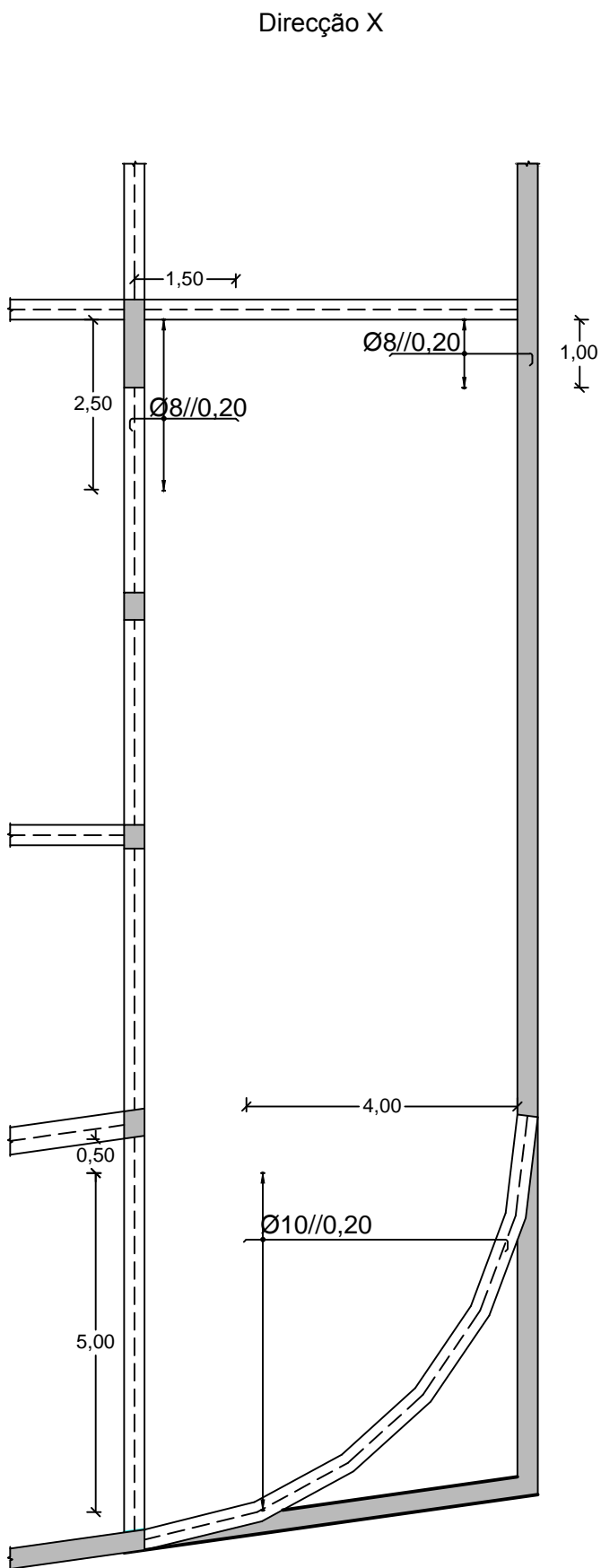
62

Formato A1

Rampa Garagens (Piso 0 a Piso -1) - Geral # Ø10//0,20  
Reforços Face Superior



Rampa Garagens (Piso 0 a Piso -1) - Geral # Ø10//0,20  
Reforços Face Inferior



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

MATERIAIS

BETÃO:	
Em Geral	NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45
Muros de Contenção	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35
Sapatas e V. Fundação	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50
Regularização	NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4
	c - Recobrimento nominal (mm)

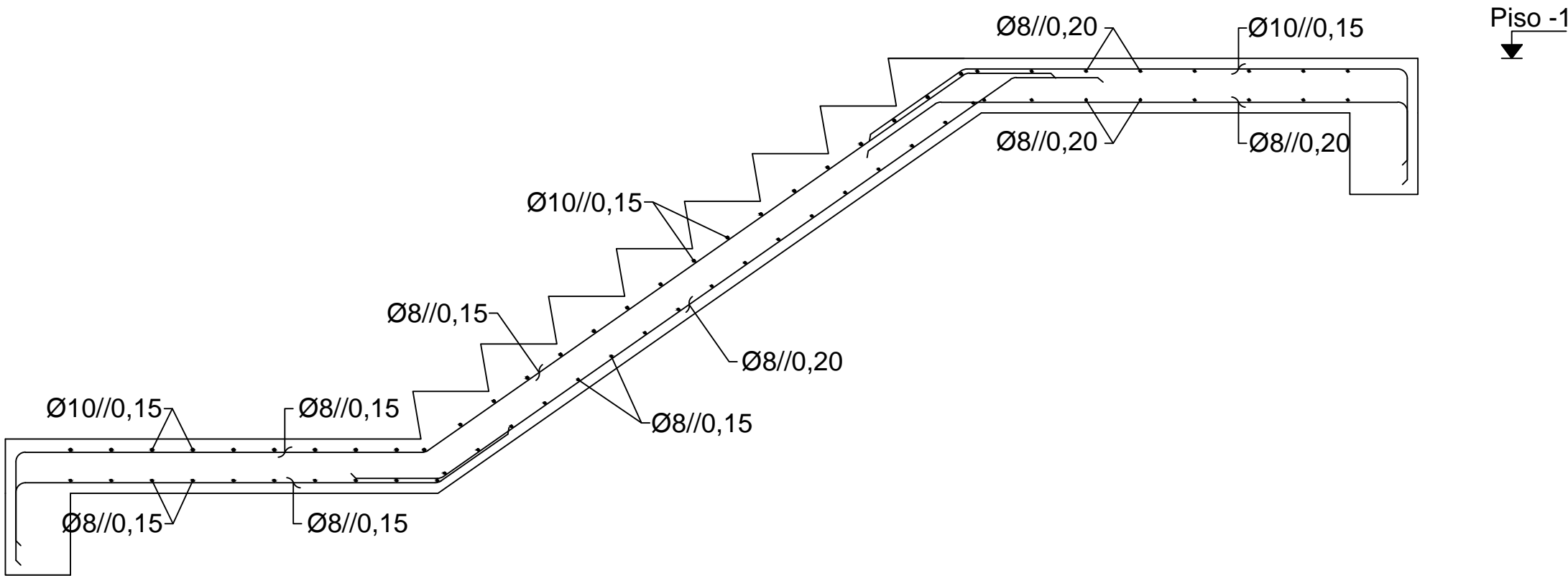
AÇO:	
Armaduras ordinárias	A500 NR SD

 <b>ISEL</b> <small>Instituto Superior de Engenharia de Lisboa</small>	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/100
	Dezembro de 2014	Betão Armado Rampas Garagens 2/2 DESENHO N.º 63 Formato A1



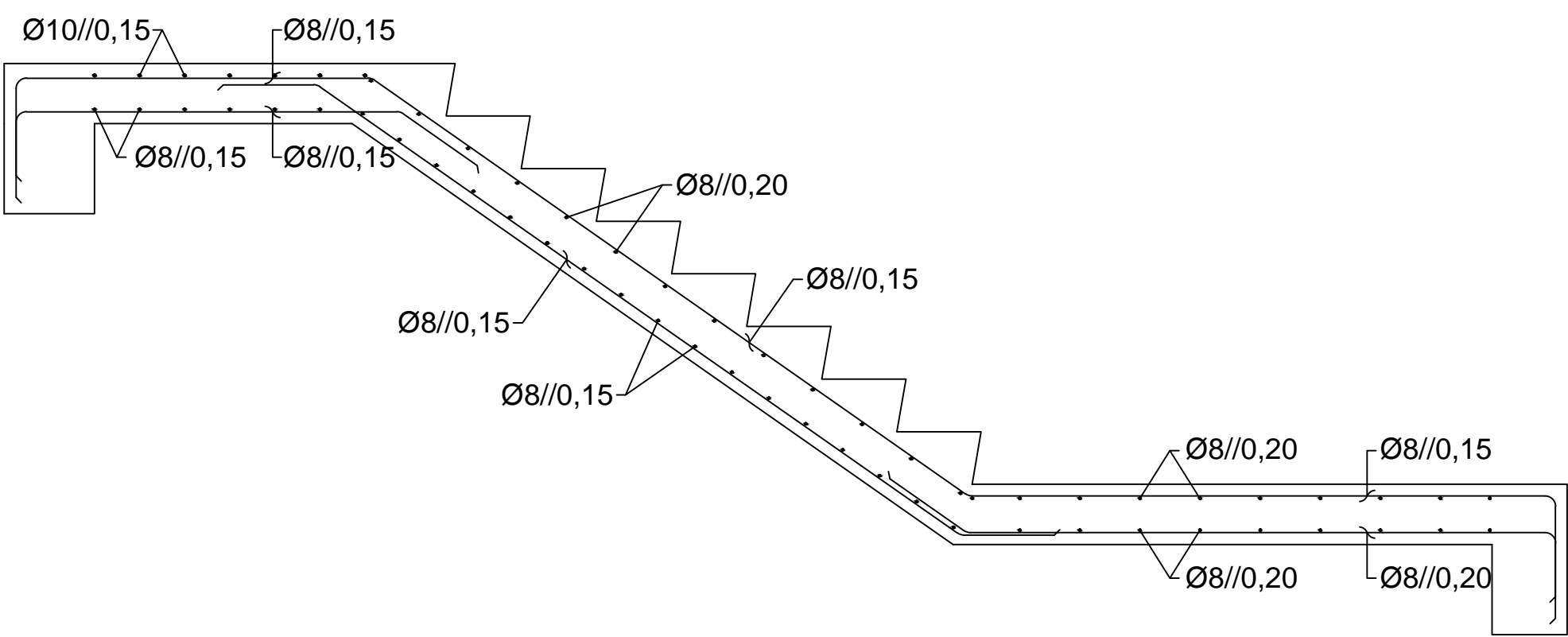
Escadas E1 - 4º Lanço

Escala 1:20



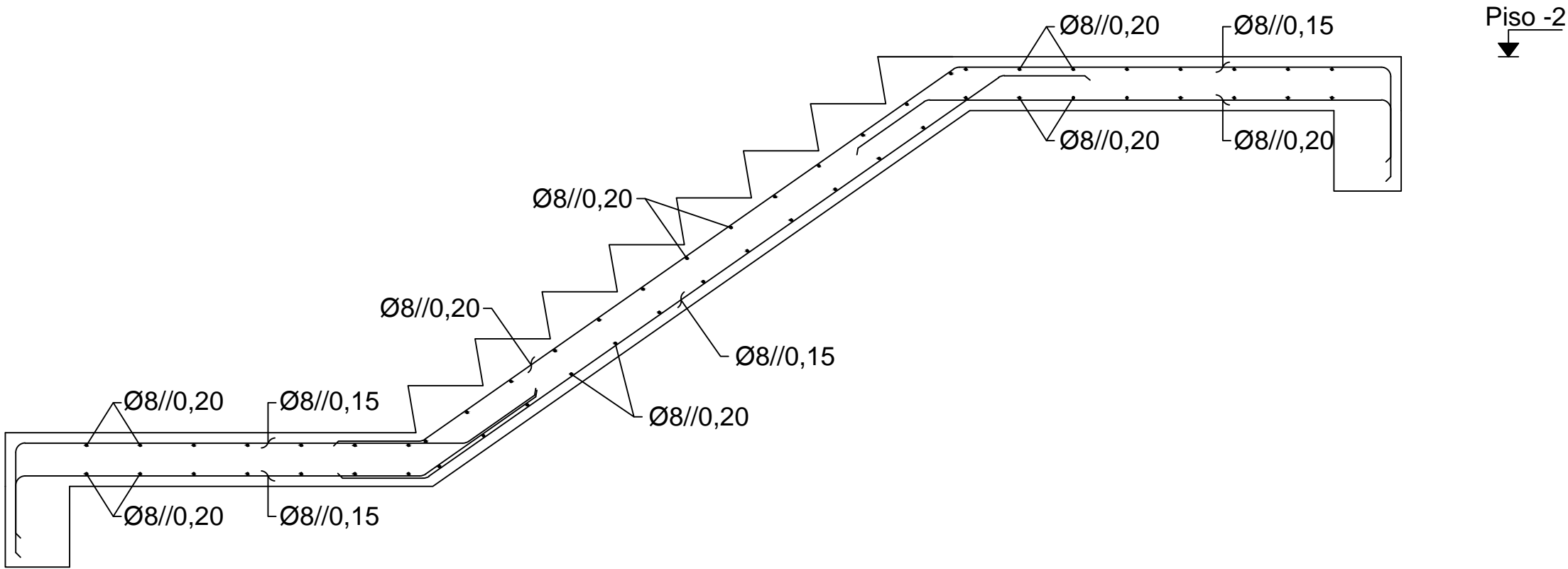
Escadas E1 - 3º Lanço

Escala 1:20



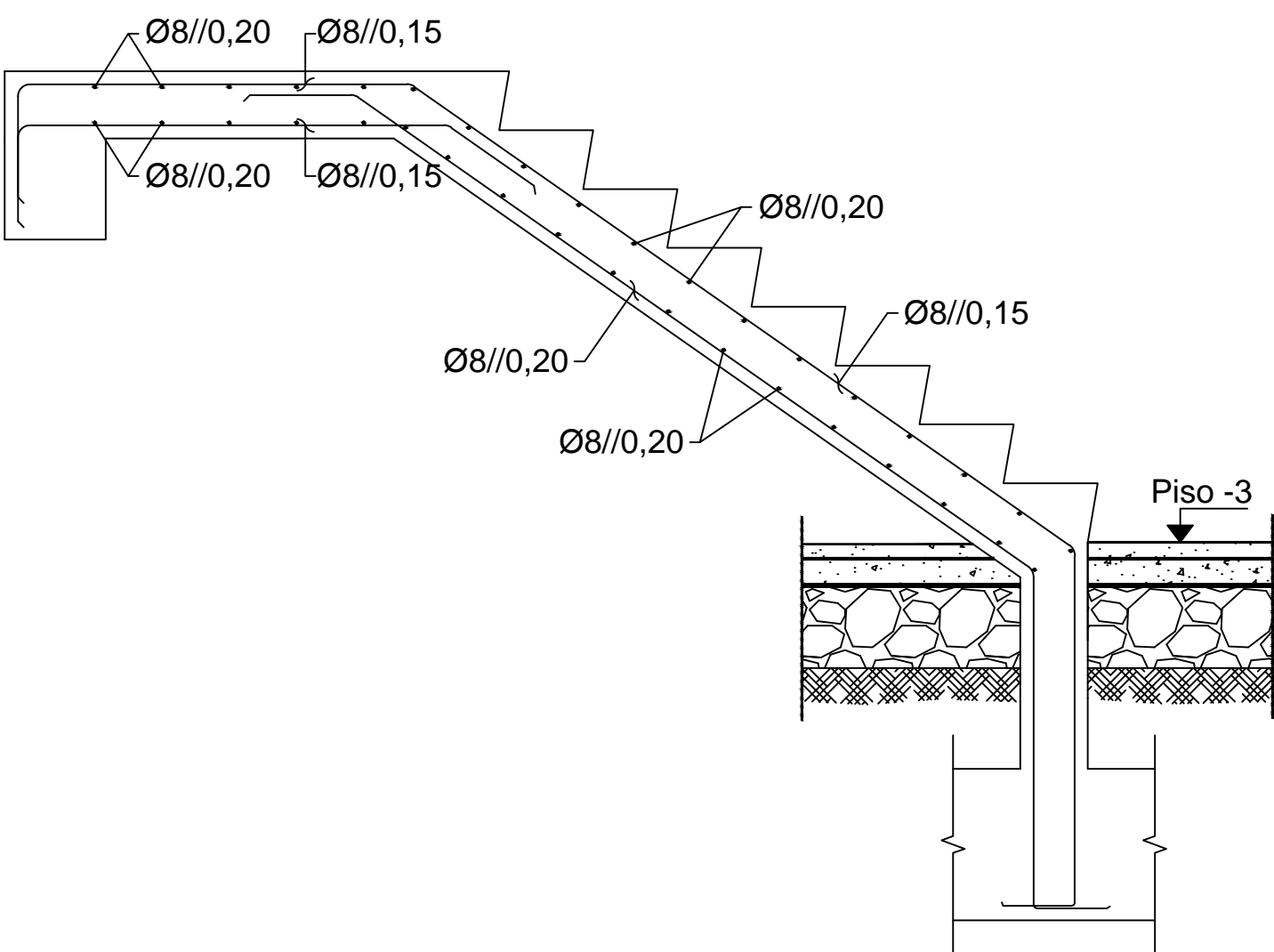
Escadas E1 - 2º Lanço

Escala 1:20



Escadas E1 - 1º Lanço

Escala 1:20



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

MATERIAIS

BETÃO:	
Em Geral	NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45
Muros de Contenção	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35
Sapatas e V. Fundação	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50
Regularização	NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4 c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:	
Armaduras ordinárias	A500 NR SD



ISEL

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Betão Armado  
Escadas E1 (Piso -2 a Piso -1)

DESENHO N.º

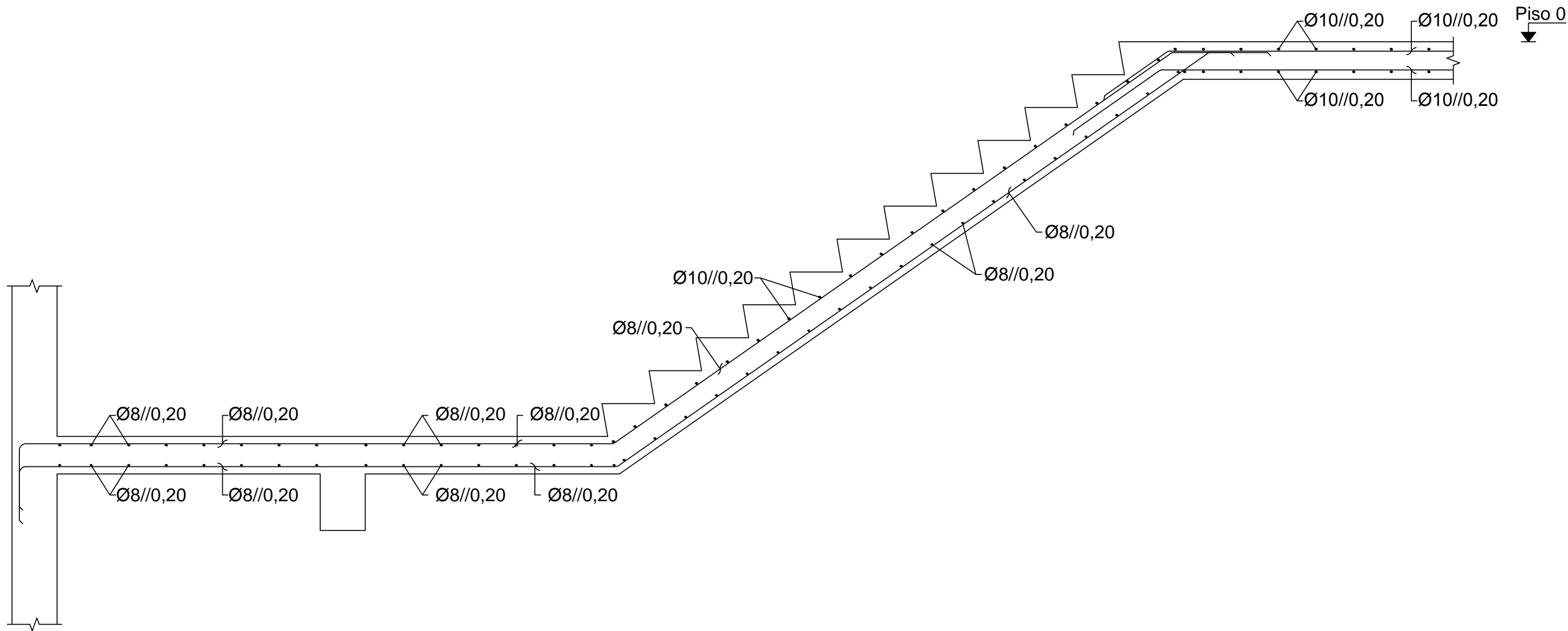
64

Formato A1



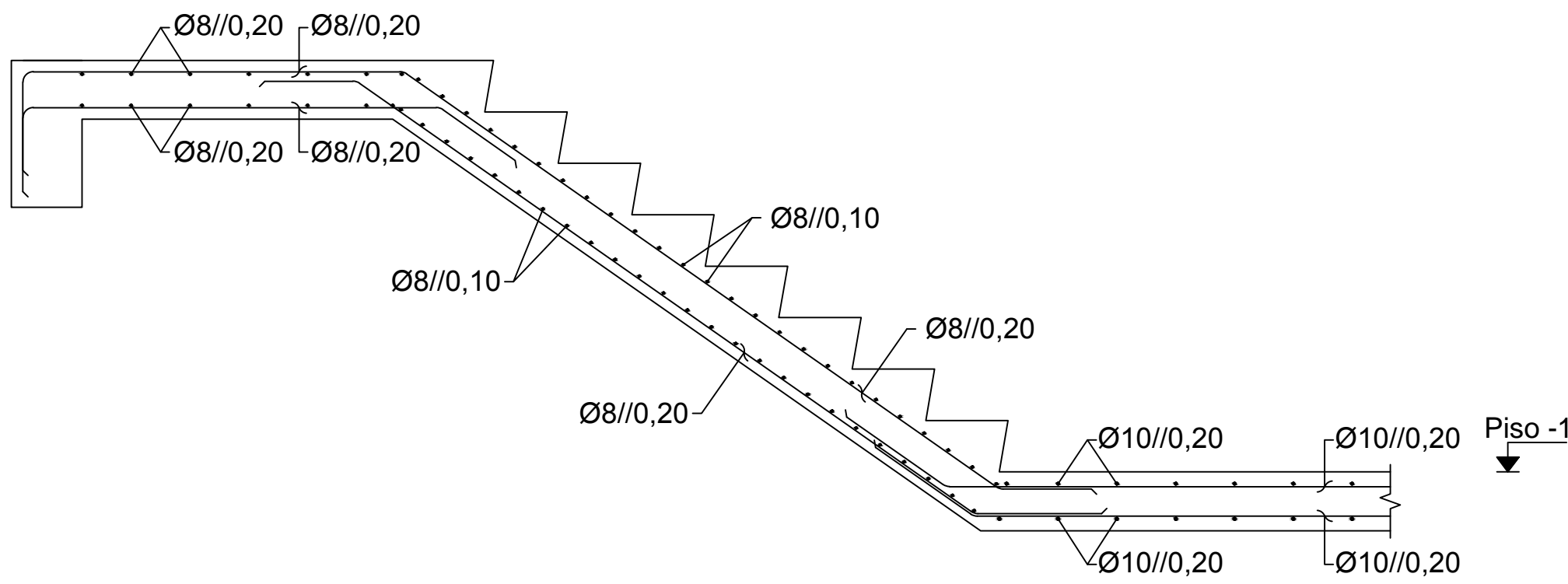
Escadas E2 - 2º Lanço

Escala 1:20



Escadas E2 - 1º Lanço

Escala 1:20




Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

MATERIAIS

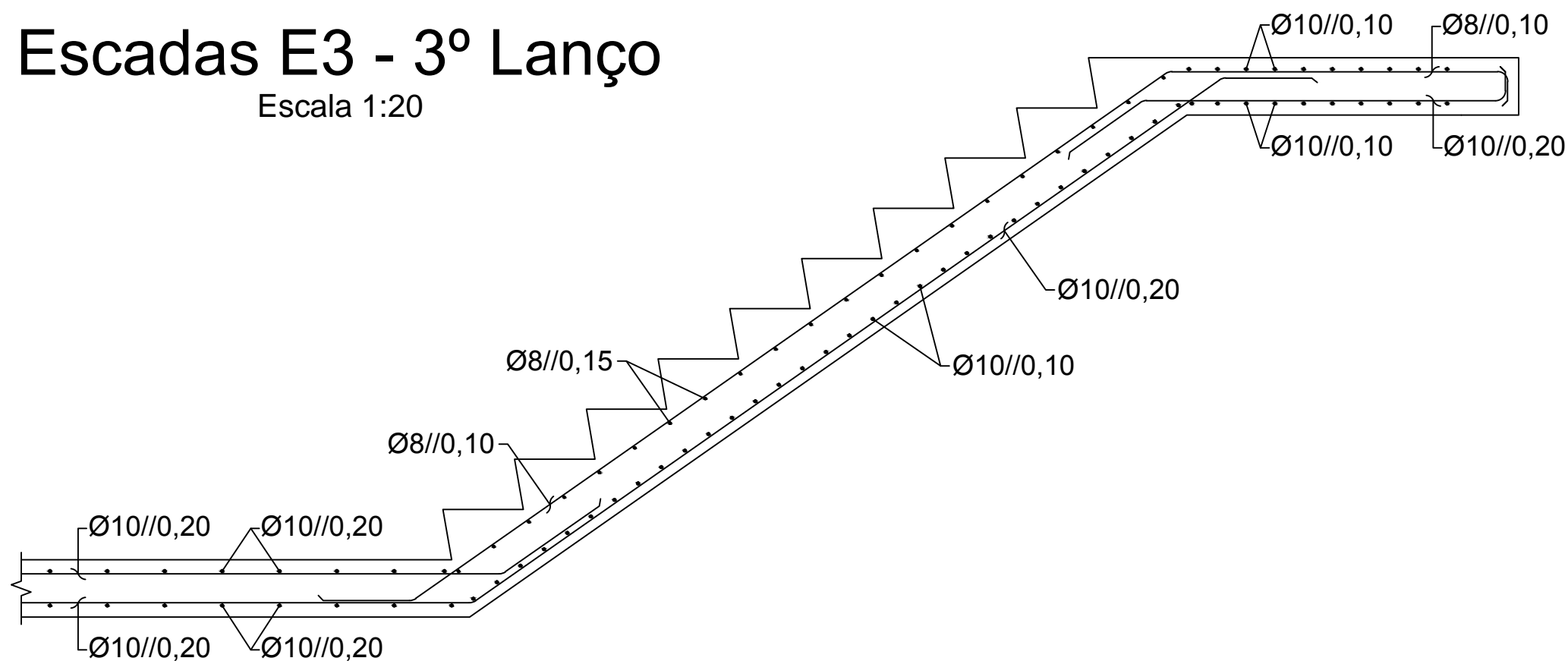
BETÃO:	
Em Geral	NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45
Muros de Contenção	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35
Sapatas e V. Fundação	NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50
Regularização	NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4
c - Recobrimento nominal (mm)	

AÇO:	
Armaduras ordinárias	A500 NR SD

 Instituto Superior de Engenharia de Lisboa	ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL	
	Elaborado por: Tomás Araújo N.º 32710	TRABALHO FINAL DE MESTRADO ESCALA 1/20
	Dezembro de 2014	Betão Armado Escadas E2 (Piso -1 a Piso 0)
		DESENHO N.º 65 Formato A1

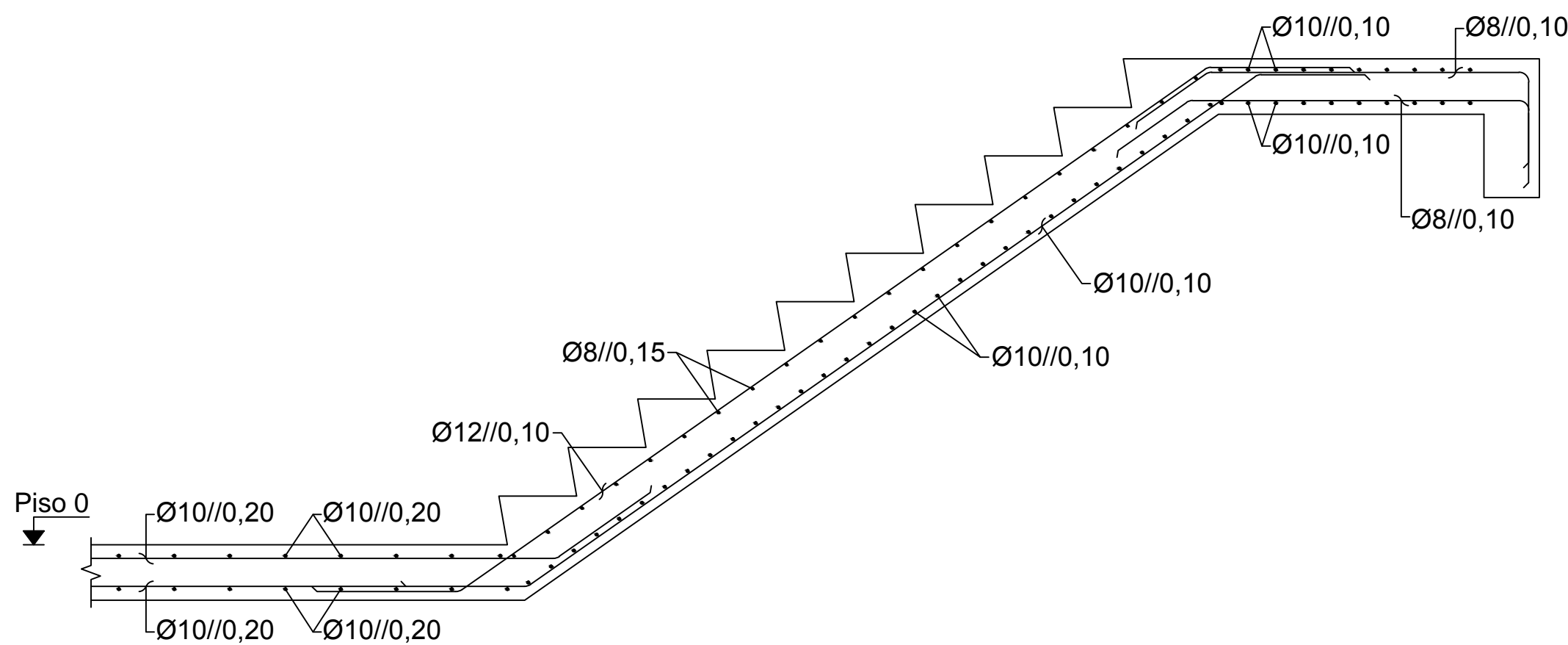
### Escadas E3 - 3º Lanço

Escala 1:20



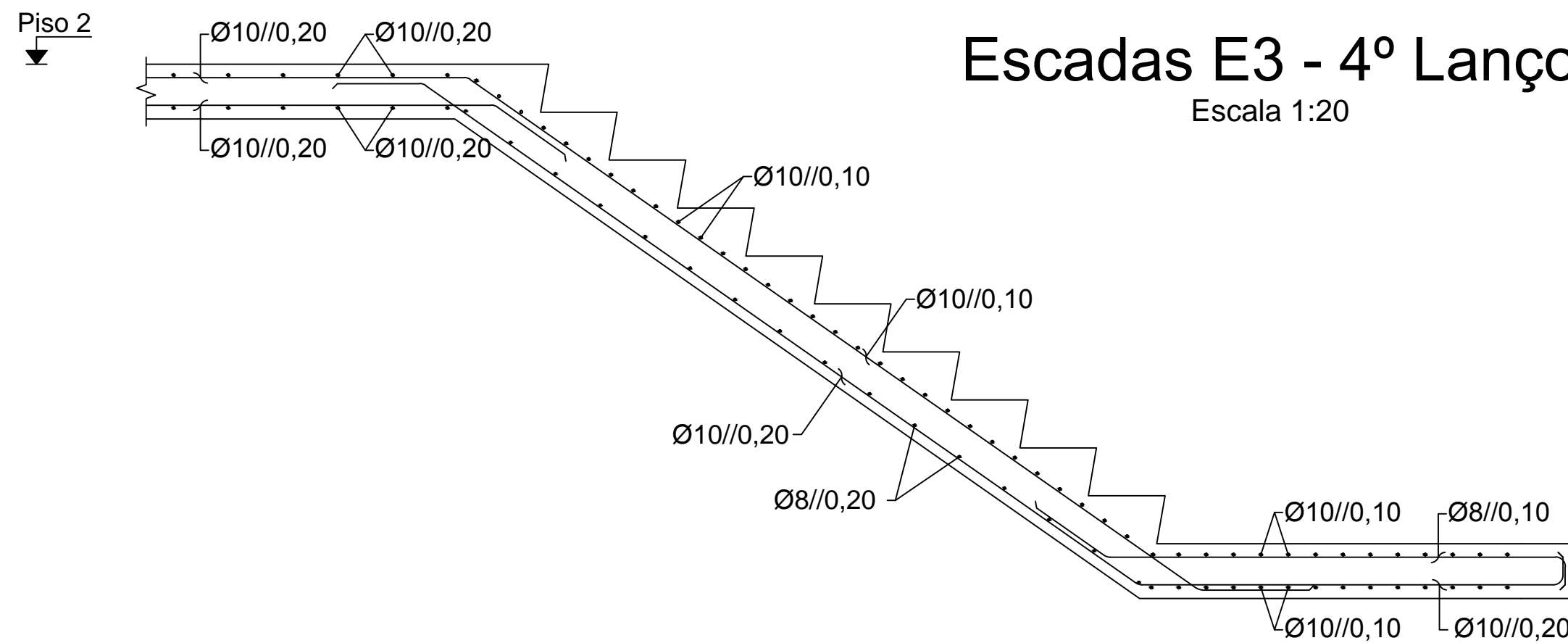
### Escadas E3 - 1º Lanço

Escala 1:20



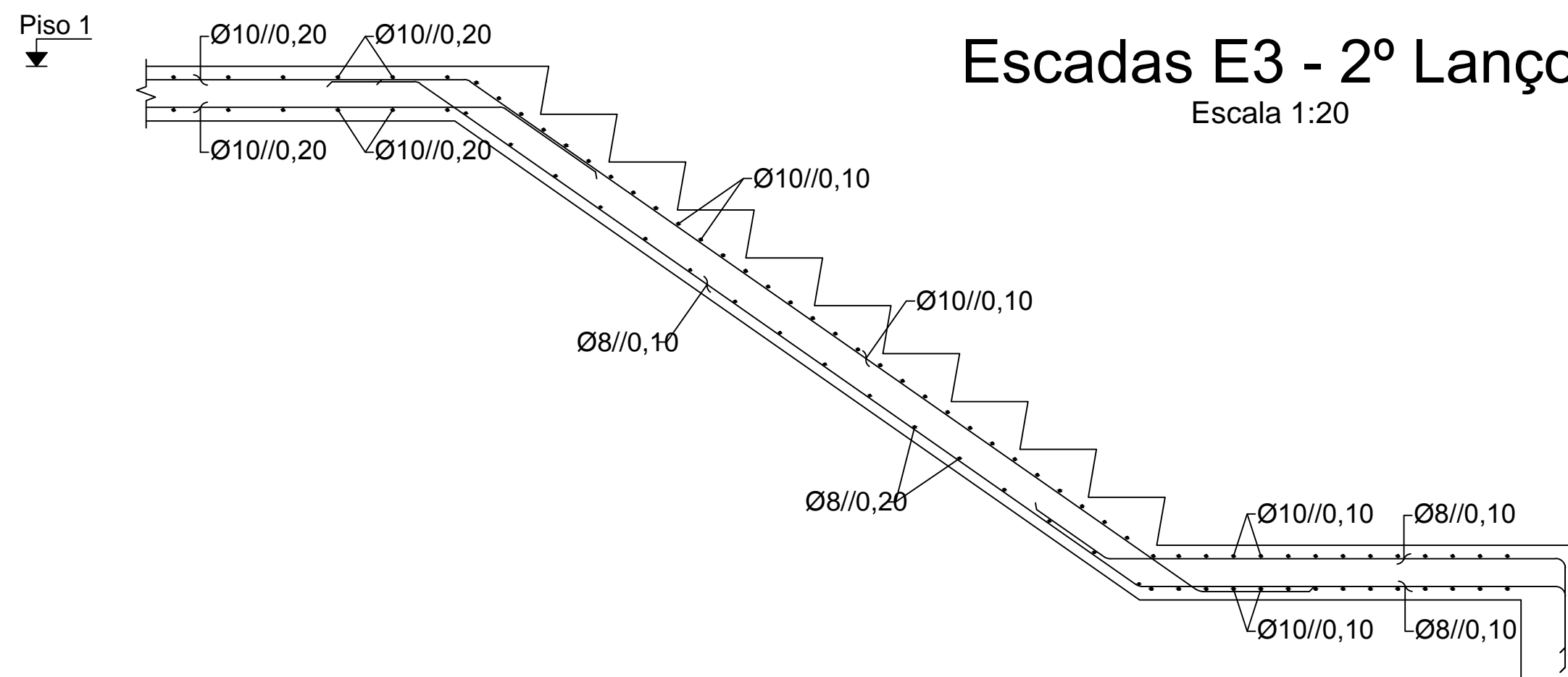
### Escadas E3 - 4º Lanço

Escala 1:20



### Escadas E3 - 2º Lanço

Escala 1:20



Comprimento de amarração (lbd) e comprimento de emenda (lo)

Varão	lbd	lo
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

#### MATERIAIS

BETÃO:

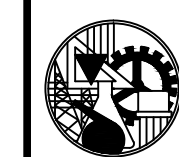
Em Geral  
Muros de Contenção  
Sapatas e V. Fundação  
Regularização

NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:

Armaduras ordinárias

A500 NR SD



**ISEL**

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

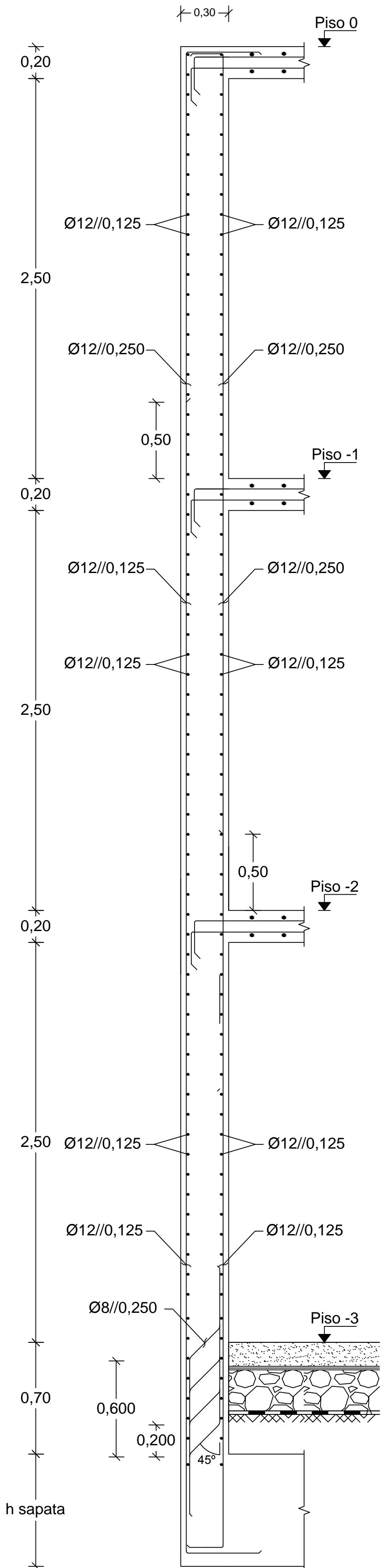
Betão Armado  
Escadas E3 (Piso 0 a Piso 2)

DESENHO N.º

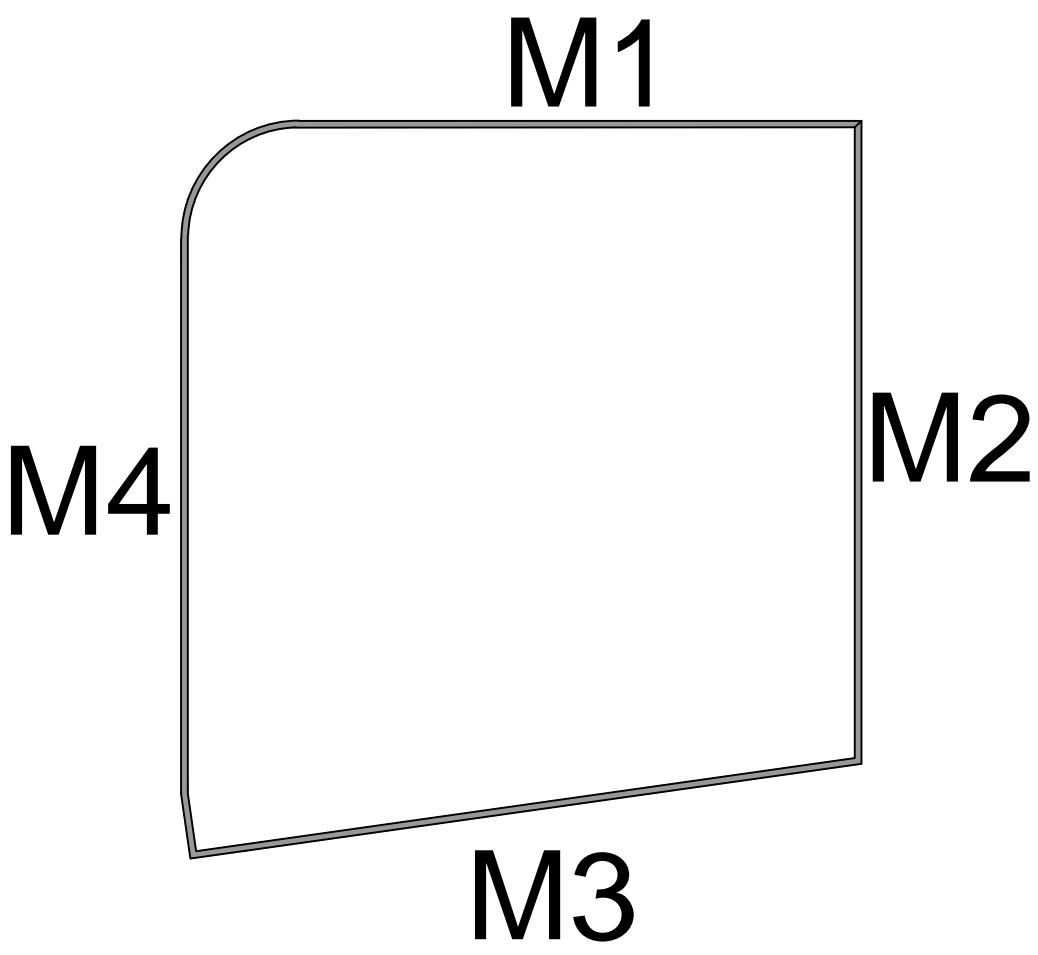
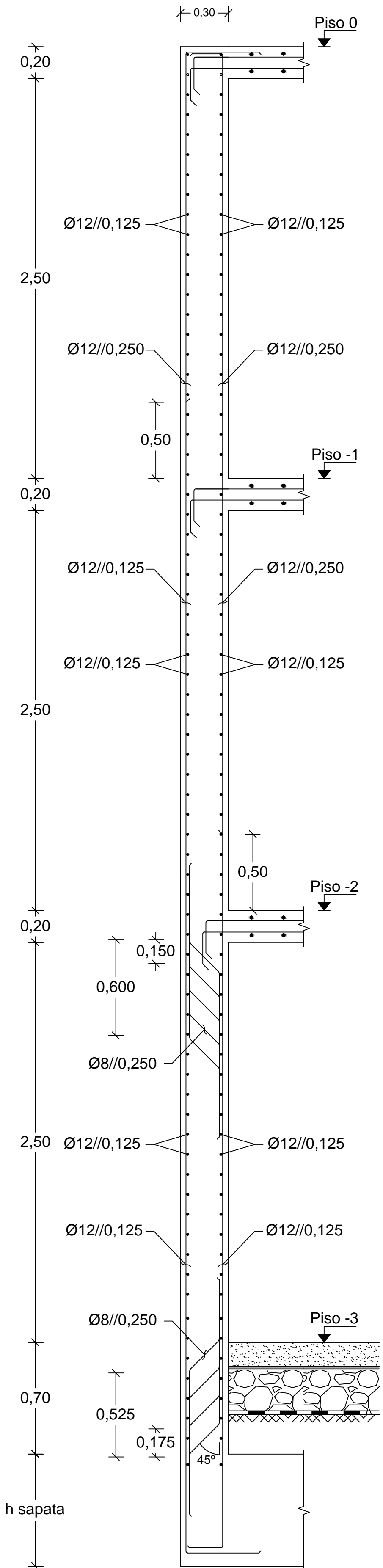
66

Formato A1

Muro M2 e M3  
(Sem arruamento)



Muro M1 e M4  
(Com arruamento)



Comprimento de amarração (l<sub>bd</sub>) e comprimento de emenda (l<sub>o</sub>)

Varão	l <sub>bd</sub>	l <sub>o</sub>
Ø8	0,30	0,65
Ø10	0,40	0,80
Ø12	0,45	0,95
Ø16	0,60	1,25
Ø20	0,75	1,60
Ø25	0,95	1,95

MATERIAIS

BETÃO:  
Em Geral NP EN206-1 C30/37 XS1(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=45  
Muros de Contenção NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=35  
Sapatas e V. Fundação NP EN206-1 C30/37 XC2(pt) C10.20 Dmax20 S4 c=50  
Regularização NP EN206-1 C12/15 X0(pt) Dmax20 S4  
c - Recobrimento nominal (mm)

AÇO:  
Armaduras ordinárias A500 NR SD



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Elaborado por:  
Tomás Araújo  
N.º 32710

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

ESCALA 1/20

Dezembro de 2014

Betão Armado  
Muros de Conteção

DESENHO N.º

67

Formato A1

